

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-533790

(P2004-533790A)

(43) 公表日 平成16年11月4日(2004.11.4)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/56

H04Q 7/22

F I

H04L 12/56 100D

H04B 7/26 107

テーマコード (参考)

5K030

5K067

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 58 頁)

(21) 出願番号 特願2003-509693 (P2003-509693)
 (86) (22) 出願日 平成14年6月25日(2002.6.25)
 (85) 翻訳文提出日 平成15年12月19日(2003.12.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2002/002404
 (87) 国際公開番号 W02003/003639
 (87) 国際公開日 平成15年1月9日(2003.1.9)
 (31) 優先権主張番号 09/892,611
 (32) 優先日 平成13年6月28日(2001.6.28)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

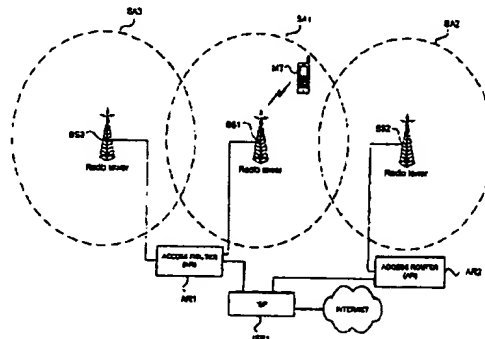
(71) 出願人 501034896
 ノキア インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 テキサス州 75039
 アーヴィング コネクション ドライヴ
 6000
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100108383
 弁理士 下道 晶久
 (74) 代理人 100082898
 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 IPレベルのシームレスなハンドオーバを実現するための最適なターゲット・アクセス・ルータを決定するプロトコル

(57) 【要約】

IPネットワーク内のアクセス・ルータ間でIP接続のシームレスなハンドオフを容易にする装置と方法を提供する。モバイルIPネットワークは、それぞれが、異なる地理的サービス・エリアにサービスを提供している2つ以上のアクセス・ルータを含んでいる。1つのモバイル端末が第1のサービス・エリアから第2のサービス・エリアに移動するとき、このモバイル端末は、第2のアクセス・ルータに対し、前のアクセス・ルータのIPアドレスを送信する。第2のアクセス・ルータは、この情報を利用して第1のアクセス・ルータのキープバビリティ（例えば、将来のハンドオフの決定に使用されるサポートされた帯域幅、セキュリティ・スキームなど）を学習し、第1のアクセス・ルータとキープバビリティ情報を交換する。交換された情報に基づき、これらアクセス・ルータ同士が地理的に隣接していることが推定される。別のモバイル端末が1つのサービス・エリアから別のサービス・エリアに移動するとき、システムは、以前に学習した情報（アクセス・ルータ同士が地理的に隣接していることを含む）に基づいて最適な1つのターゲット・アクセス・ル



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】

モバイル・インターネット環境において、アクセス・ルータ間でモバイル端末のインターネット・プロトコル（IP）のシームレスなハンドオフを可能にするためのターゲット・アクセス・ルータを発見する方法であって、

（1）第1のアクセス・ルータから、モバイル端末を通じ、第1のアクセス・ルータを同定する識別子を第2のアクセス・ルータに対して送信することにより、地理的に隣接していることを発見するステップと；

（2）ステップ（1）において送信された識別子に基づき、第1のアクセス・ルータと第2のアクセス・ルータでアクセス・ルータのケイパビリティ情報を共有するステップと；

（3）ステップ（2）で共有されたアクセス・ルータのケイパビリティ情報に基づき、モバイル端末のハンドオフ操作のためのターゲット・アクセス・ルータを選択するステップとを含む方法。

【請求項2】

第2のアクセス・ルータから第1のアクセス・ルータに対してIPパケットを送信し、この送信されたIPパケットに応答した第1のアクセス・ルータからアクセス・ルータのケイパビリティ情報を受信することによってステップ（2）を実行する、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

ステップ（3）において、ターゲット・アクセス・ルータの選択を、モバイル端末の運動方向にも基づいて行なう、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

第2のアクセス・ルータからモバイル端末を介して第1のアクセス・ルータに対してアクセス・ルータのケイパビリティ情報を送信することによりステップ（2）を実行する、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

第1のアクセス・ルータが、この第1のアクセス・ルータに記憶されているケイパビリティ情報に基づいてステップ（3）を実行する、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

所定の期間にわたって第1のアクセス・ルータから第2のアクセス・ルータに対してモバイル端末がハンドオフされない場合に、第1のアクセス・ルータに関するケイパビリティ情報を除去するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

モバイル端末のケイパビリティ条件をステップ（2）で共有されたアクセス・ルータのケイパビリティ情報と比較することによってステップ（3）を実行する、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

（a）第2のアクセス・ルータに対応するビーコンを検出し、ビーコン情報を第1のアクセス・ルータに供給するステップと；

（b）隣接アクセス・ルータ群の中にステップ（a）で供給されたビーコン情報に対応しているものがあるかどうかを判断するため、第1のアクセス・ルータが隣接アクセス・ルータ群に質問するステップとをさらに含む、請求項3に記載の方法。

【請求項9】

ステップ（1）が、第1のアクセス・ルータのIPアドレスを第2のアクセス・ルータに送信するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項10】

モバイル端末において、ソース・アクセス・ルータから複数ある潜在的ターゲット・アクセス・ルータの1つへのモバイル・インターネット・プロトコル（IP）のハンドオフを容易にする方法であって、

（1）複数ある潜在的ターゲット・アクセス・ルータのうちの2つ以上によるサービスを受けるエリアに入ったことを検出するステップと；

(2) モバイル端末から複数ある潜在的ターゲット・アクセス・ルータのうちの1つ以上にソース・アクセス・ルータのアドレスを送信するステップと；

(3) 複数ある潜在的ターゲット・アクセス・ルータのうちの1つ以上から受信したケイパビリティ情報に基づき、ソース・アクセス・ルータから複数ある潜在的ターゲット・アクセス・ルータのうちの1つに対してIPハンドオフ操作を実行するステップとを含む方法。

【請求項11】

モバイル端末に要求される帯域幅ケイパビリティに基づいてターゲット・アクセス・ルータを選択することにより、モバイル端末においてステップ(3)を実行する、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

複数ある潜在的ターゲット・アクセス・ルータのうちの1つ以上からソース・アクセス・ルータが受信したケイパビリティ情報に基づき、ソース・アクセス・ルータがステップ(3)を実行する、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

ステップ(3)が、複数ある潜在的ターゲット・アクセス・ルータのうちでモバイル端末が要求するケイパビリティに最も適合した1つのターゲット・アクセス・ルータに対してIPハンドオフを実行するステップを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項14】

モバイル端末にやはりサポートされている音声チャネルのハンドオフ操作とはまったく独立にステップ(3)を実行する、請求項10に記載の方法。

【請求項15】

アクセス・ルータ間でハンドオフを決定する際に用いられるケイパビリティ情報をモバイル通信網において共有する方法であって、

(1) 第1のアクセス・ルータのサービスを現在受けているモバイル端末が第2のアクセス・ルータのサービスを受けるエリアに入る条件を検出するステップと；

(2) モバイル端末から第1のアクセス・ルータのネットワーク・アドレスを第2のアクセス・ルータに送信するステップと；

(3) 第1のアクセス・ルータと第2のアクセス・ルータでケイパビリティ情報を交換し、各アクセス・ルータが他方のアクセス・ルータのケイパビリティを学習するステップとを含む方法。

【請求項16】

(4) ステップ(3)において交換されたケイパビリティ情報を利用してモバイルIP端末のためのハンドオフを決定するステップをさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

第2のアクセス・ルータから第1のアクセス・ルータに対し、ケイパビリティ情報を要求するIPパケットを送信し、第1のアクセス・ルータから、この第1のアクセス・ルータのケイパビリティを記述するケイパビリティ情報を含むIPパケットを受信することによりステップ(3)を実行する、請求項15に記載の方法。

【請求項18】

ケイパビリティ情報が、アクセス・ルータの1つによってサポートされている帯域幅を含む、請求項15に記載の方法。

【請求項19】

ケイパビリティ情報が、アクセス・ルータの1つに関するダイナミックな負荷状況を含む、請求項15に記載の方法。

【請求項20】

ケイパビリティ情報が、アクセス・ルータの1つによってサポートされているセキュリティ・スキームを含む、請求項15に記載の方法。

【請求項21】

ケイパビリティ情報が、アクセス・ルータの1つに関する地理的位置を含む、請求項15に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 22】

ケイパビリティ情報が、アクセス・ルータの1つに付随する基地局によってサポートされている信号送信技術を含む、請求項15に記載の方法。

【請求項 23】

ケイパビリティ情報が、アクセス・ルータの1つを利用するアクセス・コストを含む、請求項15に記載の方法。

【請求項 24】

ステップ(1)が、モバイル端末が、少なくとも2つの潜在的ターゲット・アクセス・ルータによるサービスを受けるエリアに入る条件を検出するステップを含み、

ステップ(3)が、上記少なくとも2つの潜在的ターゲット・アクセス・ルータの両方に関する情報を交換するステップを含み、

ステップ(3)において交換されたケイパビリティ情報に基づき、少なくとも2つの潜在的ターゲット・アクセス・ルータのうち的一方を選択するステップをさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項 25】

(4) 所定の期間にわたって第1のアクセス・ルータからのハンドオフが検出されない場合に、第1のアクセス・ルータのケイパビリティ情報を除去するステップをさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項 26】

ステップ(4)が、所定の方針に基づいて最適なターゲット・ルータを選択するステップを含む、請求項16に記載の方法。

【請求項 27】

上記方針において、最低コストのアクセス・ルータを選択すべきことを指定する、請求項26に記載の方法。

【請求項 28】

(4) ステップ(3)の結果として得られたケイパビリティ情報に基づき、負荷の多いアクセス・ルータから負荷のより少ないアクセス・ルータへと1つ以上のモバイル端末を接続し直すステップをさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項 29】

ステップ(1)が、少なくとも2つの潜在的ターゲット・アクセス・ルータのサービスを受けるエリアに入ったことを検出するステップを含み、

(4) 上記少なくとも2つの潜在的ターゲット・アクセス・ルータのうちで、モバイル端末上で実行されるアプリケーション・プログラムによって決まるケイパビリティと、上記少なくとも2つの潜在的ターゲット・アクセス・ルータのケイパビリティが最もよく一致したほうのアクセス・ルータを選択するステップをさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項 30】

1つのサービス・エリアがそれぞれ付随している複数のアクセス・ルータを含むモバイルIPネットワークにおけるモバイル端末のハンドオフ法であって、

(1) モバイルIPネットワーク内において、1つのモバイル端末に関するハンドオフ操作を開始させる要求を受信するステップと；

(2) モバイルIPネットワーク内で1つ以上のモバイル端末によって送信された情報に基づいてアクセス・ルータ間で情報を交換することによって以前に得られたケイパビリティ情報を複数のアクセス・ルータについて評価することにより、モバイル端末のためのハンドオフ操作を受信する最適アクセス・ルータを発見するステップと；

(3) 最適なアクセス・ルータにハンドオフ操作を実行させるステップとを含む方法。

【請求項 31】

ステップ(2)が、ステップ(1)のモバイル端末に係るケイパビリティ条件を、複数あるアクセス・ルータのそれぞれに係るケイパビリティ情報と比較するステップを含む、請求項30に記載の方法。

【請求項 32】

ステップ(2)が、モバイル端末の帯域幅に関する条件を、各アクセス・ルータの帯域幅
ケイパビリティと比較するステップを含む、請求項30に記載の方法。

【請求項33】

ステップ(2)が、アクセス・コストに基づいてアクセス・ルータを1つ選択するステップ
を含む、請求項30に記載の方法。

【請求項34】

ステップ(2)が、セキュリティ・スキームに基づいてアクセス・ルータを1つ選択するス
テップを含む、請求項30に記載の方法。

【請求項35】

複数のアクセス・ルータを含むモバイルIPネットワーク内でハンドオフの決定に関与する 10
モバイル端末であって、
モバイルIPネットワーク内でデジタル・データの送信と受信が可能な送信／受信回路と
；

この送信／受信回路に接続されたモバイルIPハンドオフ処理回路とを備え、モバイルIPハ
ンドオフ処理回路が、モバイルIPネットワーク内の第1のアクセス・ルータのネットワ
ーク・アドレスを、このモバイルIPネットワーク内の第2のアクセス・ルータに送信するモ
バイル端末。

【請求項36】

モバイル端末が必要とするケイパビリティを反映したケイパビリティ記憶エリアをさらに 20
備え、上記モバイルIPハンドオフ処理回路が、このケイパビリティ記憶エリアに記憶され
た1つ以上のケイパビリティをモバイルIPネットワーク内の1つのアクセス・ルータに送信
する、請求項35に記載のモバイル端末。

【請求項37】

上記モバイルIPハンドオフ処理回路が、モバイル端末上で現在実行されているアプリケー
ションに依存した帯域幅条件を送信する、請求項35に記載のモバイル端末。

【請求項38】

上記送信／受信回路と上記モバイルIPハンドオフ処理回路に接続された信号強度検出器を
さらに備え、モバイルIPハンドオフ処理回路が、信号強度が閾値よりも小さくなったこと
を検出したことに応答して、モバイルIPネットワーク内でハンドオフ操作を開始する、請
求項35に記載のモバイル端末。 30

【請求項39】

それぞれが1つのサービス・エリア内でIPパケットを決められたルートで複数のモバイル
端末に送るアクセス・ルータを複数備えるモバイルIPネットワークの中で使用されるアク
セス・ルータであって、

(1) モバイル端末から、このモバイル端末と通信する別のアクセス・ルータのネットワ
ーク・アドレスを受信するステップと；

(2) このネットワーク・アドレスを、地理的に近いアクセス・ルータ群のケイパビリテ
ィを明らかにするケイパビリティ地図にして記憶するステップと；

(3) 記憶されたこのネットワーク・アドレスを用い、モバイルIPネットワーク内の第2の
モバイル端末に関するハンドオフを決定するステップと 40
を実行するためのコンピュータ可読命令を実行するプロセッサを備えるアクセス・ルータ
。

【請求項40】

上記プロセッサが、

(4) ケイパビリティ情報を別のアクセス・ルータと交換し、上記アクセス・ルータとこ
の別のアクセス・ルータが、モバイル端末から受信したネットワーク・アドレスに基づい
て他のアクセス・ルータのケイパビリティを認識するステップを実行するコンピュータ可
読命令をさらに実行する、請求項39に記載のアクセス・ルータ。

【請求項41】

上記プロセッサが、上記アクセス・ルータと上記別のアクセス・ルータの間で帯域幅ケイ 50

パビリティ情報を交換するコンピュータ可読命令を実行し、ステップ(3)の指示により、この帯域幅ケイパビリティ情報に基づいて1つのアクセス・ルータを選択する、請求項40に記載のアクセス・ルータ。

【請求項42】

上記プロセッサが、上記アクセス・ルータと上記別のアクセス・ルータの間でダイナミック負荷情報を交換するコンピュータ可読命令を実行し、ステップ(3)の指示により、このダイナミック負荷情報に基づいて1つのアクセス・ルータを選択する、請求項40に記載のアクセス・ルータ。

【請求項43】

上記プロセッサが、アクセス・ルータに記憶されている方針に基づき、モバイルIPネットワーク内の第2のモバイル端末に関するハンドオフを決定するコンピュータ可読命令を実行する、請求項40に記載のアクセス・ルータ。

【請求項44】

上記方針により、アクセス・コストに基づいてアクセス・ルータが選択される、請求項43に記載のアクセス・ルータ。

【請求項45】

上記プロセッサが、第2のモバイル端末から受信したケイパビリティ条件を以前にステップ(4)で得られたケイパビリティ情報と比較することによってハンドオフを決定するコンピュータ可読命令を実行する、請求項40に記載のアクセス・ルータ。

【請求項46】

モバイルIPネットワーク内に複数のアクセス・ルータを備えるシステムであって、各アクセス・ルータにコンピュータ可読命令が含まれており、そのコンピュータ可読命令が実行されるときには、

(1) 第1のモバイル端末から、モバイルIPネットワーク内の別のアクセス・ルータに関連したIPアドレスを受信するステップと；

(2) この別のアクセス・ルータに関連したIPアドレスを利用して、この別のアクセス・ルータのケイパビリティを発見するステップと；

(3) この別のアクセス・ルータのケイパビリティを、複数あるアクセス・ルータのそれぞれを各アクセス・ルータに関連するケイパビリティにマッピングするケイパビリティ地図の中に記憶させるステップと；

(4) 第2のモバイル端末に関するIPサービスのハンドオフを実行させる要求にตอบสนองして、以前に記憶したケイパビリティ地図に基づき、このハンドオフを実行する最適な1つのアクセス・ルータを発見するステップが実行されるシステム。

【請求項47】

各アクセス・ルータが、第2のモバイル端末から受信したケイパビリティ条件を上記ケイパビリティ地図と比較するステップを実行するコンピュータ可読命令を含む、請求項46に記載のシステム。

【請求項48】

各アクセス・ルータが、以前に記憶したケイパビリティ地図を方針と比較することによって最適な1つのアクセス・ルータを発見するステップを実行するコンピュータ可読命令を含む、請求項46に記載のシステム。

【請求項49】

ステップ(1)の後に、第1のアクセス・ルータがモバイル端末に最近サービスを提供したかどうかを検証し、第1のアクセス・ルータが最近モバイル端末にサービスを提供しなかったのであれば、ステップ(2)でケイパビリティ情報を共有することを禁止するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項50】

上記検証ステップが、第2のアクセス・ルータから第1のアクセス・ルータにIPパケットを送信し、第1のアクセス・ルータから、モバイル端末が第1のアクセス・ルータによるサービスを最近受けたことを確認する応答を受信するステップを含む、請求項49に記載の方法

【請求項51】

ステップ(2)が、第2のアクセス・ルータに付随したアクセス・ポイントに関する情報を共有するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の属する技術分野

本発明は、全体として、通信網に関するものである。より詳細には、本発明は、移動通信網においてシームレスな移動を可能にするメカニズムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

発明の背景

モバイル機器のための通信網としては、セルラー通信システム、モバイル・インターネット・プロトコル(IP)ネットワーク、ページング・システムなどが挙げられる。セルラー通信システムでは、一般に、送信塔とその送信塔に関係する基地局の間で局所的通信リンクを“ハンドオフ”することにより、モバイル端末が場所を移動できるようになっている。同様に、IP対応の装置(例えばワイヤレスのパーソナル・デジタル・アシスタント(PDA)やモバイル・コンピュータ)は、モバイルIPネットワークにより、インターネットへの接続を維持したまま、地理的に分散したエリアを動き回ることが可能になっている。

20

【0003】

モバイル装置は、さまざまな基地局とインフラストラクチャーとを利用し、音声に基づいた接続とIP接続の両方を提供することができる。例えばウェブ対応の携帯電話は、第1の伝送チャネルを利用して音声接続を維持し、第2の(独立な)伝送チャネルを利用してモバイルIP接続を維持することで、ハンドオフが2つのチャネルにおいて互いに独立に起こるようにすることができよう。別の方法として、音声サービスをIPサービスと合体させ、単一の接続を両方のサービスに対して維持することもできる。音声接続は、合体されたサービスにおいてIPを通じて提供することもできる。

【0004】

図1は、3つのサービス・エリアSA1、SA2、SA3をカバーする従来のモバイルIPネットワークを示している。上述のように音声サービス用に独立した伝送網を設けることができるが、簡単のため、IPサービスだけを図示してある。

30

【0005】

図1に示したように、モバイル端末MTは、基地局BS1(アクセス・ポイントAPとも呼ばれる)のサービスを受けるサービス・エリアSA1の中にある。基地局BS1は、アクセス・ルータAR1に接続されている。このアクセス・ルータAR1はさらに、インターネットへのアクセスを提供するインターネット・サービス・プロバイダISP1に接続されている。他の基地局、例えばBS3もアクセス・ルータAR1に接続し、モバイル端末が異なるサービス・エリアを通過することがあっても、モバイル端末で共通IPアドレスが用いられるようにすることができる。言い換えるならば、モバイル端末がサービス・エリアSA1とサービス・エリアSA3の間で移動するときにラジオ周波数チャネルのハンドオフがある場合でも、そのモバイル端末で通信するときに使用されるIPアドレスを変える必要がなくすむ。というのも、インターネット接続が同じアクセス・ルータAR1によって提供されるからである。

40

【0006】

第2のサービス・エリアSA2は、別の基地局BS2のサービスを受ける。この基地局BS2はさらに、異なるアクセス・ルータAR2に接続されている。このネットワークのトポロジーのため、アクセス・ルータAR1とAR2は、関係するサービス・エリアの内部を動き回っているモバイル端末と通信するのに、IPアドレスの異なるブロックを使用する。モバイル端末MTがサービス・エリアSA1からサービス・エリアSA2に移動するとき、インターネット接続をアクセス・ルータAR1からアクセス・ルータAR2にハンドオフするのに何らかのメカニズムが

50

必要とされる。同様に、サービス・エリアSA1とSA2が大きな論理距離によって隔てられている場合（例えばアクセス・ルータAR1とAR2が異なるISPに接続されている場合）には、モバイル端末がサービス・エリアSA2に入ったとすると、サービス・エリアSA1で以前に動作していたモバイル端末に送信されたデータをサービス・エリアSA2に転送できるようにするのに何らかの調整メカニズムが必要とされる。

【0007】

IP接続をハンドオフするための従来の1つのスキームを図2に示してある。サービス・エリアSA1はアクセス・ルータAR1によるサービスを受ける。このアクセス・ルータAR1は、特定のモバイル端末MTと通信するための“ホーム・エージェント”に指定される。モバイル端末MTがサービス・エリアSA1の内部を動いている間は、アクセス・ルータAR1が、このアクセス・ルータAR1に割り当てられたIPアドレスを用いてモバイル端末と通信する。IPパケット（例えばe-メール、ウェブ・ページなど）がインターネットを通じてインターネット・サービス・プロバイダISP1に送信され、このインターネット・サービス・プロバイダISP1がトラフィックをアクセス・ルータAR1に転送する。するとアクセス・ルータAR1は、サービス・エリアSA1内で特定のIP接続がモバイル端末に関係していることを知る。

10

【0008】

モバイル端末MTが、異なるアクセス・ルータAR2のサービスを受ける異なるサービス・エリアSA2に移動すると、以前にアクセス・ルータAR1に送信されたパケットはもはやこのモバイル端末に到達しない。従来の1つの解決法は、サービス・エリアSA2にアクセス・ルータAR2が存在していることを通知（例えば放送）し、モバイル端末MTがサービス・エリアSA2に入ったとき、このモバイル端末MTがアクセス・ルータAR2の存在を通知され、サービス・エリアSA2内で通信を行なうための新しいIPアドレスを受信することである。次に、モバイル端末MTまたはアクセス・ルータAR2は、（例えば地上線LLまたはインターネットを通じて）ホーム・エージェントAR1に接続更新情報を送り、パケットがサービス・エリアSA2内のモバイル端末に到達できるようにするIPアドレスをホーム・エージェントAR1が知るようにする。ホーム・エージェントは、このアドレスを“世話役”アドレスとして取り扱い、元のIPアドレスに続くすべてのパケットを新しいIPアドレスに転送する。要するに、2つの独立したIPアドレス（すなわちホーム・エージェントのアドレスと、新しいそれぞれの結合点で変化する世話役アドレス）を利用してモバイル端末と通信を行なう。このスキームは、インターネット・エンジニアリング・タスク・フォース（IETF）のコメント要求（RFC）第2002号（1996年10月）に記載されている。

20

30

【0009】

上記のスキームでは、ハンドオフの前にターゲット・アクセス・ルータ（AR2）が元のアクセス・ルータ（AR1）が知られていることを仮定している（例えばモバイル端末MTがアクセス・ルータAR2から通知を受信し、そのアクセス・ルータAR2と通信するためにIPアドレスを割り当てられる）。サービス・エリアが互いに重なった複数のアクセス・ルータがターゲット・エリア内に存在している場合には、モバイル端末が1つのアクセス・ルータを選択するのは容易でない。例えばモバイル端末が、あるサービス・エリアの外に移動しながら高帯域幅のビデオ・データを受信していると仮定しよう。モバイル端末のIP接続のハンドオフを受信するのに、互いに重なった他の2つのサービス・エリアを利用することができる。これら2つのサービス・エリアは、2つの異なるサービス・プロバイダが制御する2つのアクセス・ルータからサービスを提供されているが、これら2つのアクセス・ルータの一方は、インターネットへの高速アクセスを提供することができるのに対し、他方はそれができない。モバイル端末は、これら2つのアクセス・ルータのうちの一方を指定または選択する方法がない。

40

【0010】

別の問題は、ハンドオフの速度に関する。図2に示した従来のシナリオでは、ハンドオフ速度を大きくできない可能性がある。というのも、モバイル端末と新しいアクセス・ルータAR2の間でハンドシェイクが必要とされるからである。パケットは、IP接続のハンドオフがスムーズに実行されない場合には失われる可能性がある。さらに、IP接続を音声品質

50

の信号または音楽に使用する場合には、ハンドオフによる待ち時間のために接続が遮断される可能性があるが、これは受け入れられない。

【0011】

モバイル・ネットワークでIP接続をハンドオフする際の別の問題点は、潜在的に異なる（したがって互換性のない）サービス・プロバイダのサービスを受ける（異なるアクセス技術を利用した）異質なネットワークが関係する場合に発生する。再び図1を参照すると、サービス・エリアSA1ではMCI社のサービスが提供され、サービス・エリアSA2ではAT&T社のサービスが提供される場合には、これら2つのサービス・プロバイダは、互いのシステムからIPサービスのハンドオフを受け入れるための調整メカニズムに同意している必要がある。さらに、新しいアクセス・ルータを各サービス・プロバイダのシステムに追加するときには、両方のシステムのすべてのアクセス・ルータが他方のシステムを認識しているようにするため、新しいそれぞれのアクセス・ルータに関する詳細をシステム全体に伝える必要がある。この方法によって障害を起こす点が1つ発生する可能性があるため、異なるサービス・プロバイダ間で調節を行なわねばならない。

10

【0012】

IP環境においてシームレスなハンドオーバーを提供するという問題は、インターネット・エンジニアリング・タスク・フォース（IETF）（すなわち文脈転送ワーキング・グループ、ハンドオフ候補発見ワーキング・グループ、シームレスな移動性（SeaMoby）とモバイルIPワーキング・グループ）で続けられている仕事に関係している。セッション関連情報を交換するために文脈転送が開発され、モバイルIPの接続性を事前に確立するため高速ハンドオフ・プロトコルが開発されている。両方のプロトコルでは、望む機能を要求したときにターゲット・アクセス・ルータがどれであるかわかることが仮定されている（図1を参照）。ハンドオフ候補の発見がSeaMobyワーキング・グループの憲章に含まれているとはいえ、物理的に隣接したアクセス・ルータを発見するプロトコルは、これまで研究されていない。しかしネットワーク要素の物理的位置を得ることに関する研究は行なわれてきている。グローバル・ポジショニング・システム（GPS）などの位置探索技術は、測位システムに取り付けられた装置の物理的位置情報を提供する。他のシステムでは、そのような情報を用いて装置の位置を正確に求める。しかし位置はアクセス技術のカバー・エリアとはまったく関係がないため、候補を選択する目的で位置情報を利用することはできない。

20

30

【0013】

ラジオ周波数技術に基づくロケーション・システムでは、モバイル・ノードの位置を明らかにするのにワイヤレス・アクセス技術の信号を利用している。GPSシステムとは異なり、得られた位置は、位置を明らかにするのに使用する基地局のカバー・エリアに関係している。しかし得られた位置は、モバイル・ノードに特有であり、アクセス・ルータ間の重なったカバー・エリアに関しては何も教えてくれない。したがって、これらシステムは、物理的に隣接したネットワーク要素を明らかにするのには使用できない。さらに、位置の決定は、通常は、利用するアクセス技術に非常に固有なものであるため、多数あるアクセス技術のシナリオには適していない。得られた位置の精度不足に加え、物理的に隣接していることを明らかにするのに必要な重なったカバー・エリアに関する情報もない。

40

【非特許文献1】

Internet Engineering Task Force (IETF) Request for Comments (RFC) number 2002 (October 1996).

【非特許文献2】

R. Koodli and C. Perkins, "A Context Transfer Framework for Seamless Mobility," Work in Progress, Internet Draft, February 2001

【非特許文献3】

G. Tsirtsis et al., "Fast Handovers for Mobile IPv6," Work in Progress, Internet Draft, April 2001

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

必要とされるのは、上記の問題のいくつかまたはすべてに対処するシステムと方法である。

【課題を解決するための手段】

【0015】

発明の要約

本発明により、モバイル・ネットワーク（例えばモバイルIPネットワーク）においてシームレスなハンドオーバーを容易にするシステムと方法が提供される。本発明の第1の特徴によれば、アクセス・ルータが、このアクセス・ルータのサービス・エリアに入ってくるモバイル端末からの情報を受信することにより、地理的に隣接している他のアクセス・ルータについてダイナミックに学習することが可能になる。本発明の第2の特徴によれば、集中型スキームを必要とすることなく（例えばピアツーピア法を利用して）複数のアクセス・ルータがレイバビリティ情報を共有することができる。本発明の第3の特徴によれば、1つ以上のターゲット・アクセス・ルータに関するレイバビリティ情報と、モバイル・ノードの運動方向とに基づき、ターゲット・アクセス・ルータを選択することと、ハンドオフを決めることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の他の特徴ならびに利点は、以下に示す詳細な説明、図面、特許請求の範囲を通じて明らかになる。

20

発明の詳細な説明

図3は、本発明のさまざまな原理を利用したシステムを示している。図3からわかるように、第1のアクセス・ルータAR1が、モバイル端末MTが存在している可能性のある第1のサービス・エリア（図示せず）にサービスを提供する。図3には明記していないが、1つ以上の基地局が存在していて対応する地理的エリアをカバーしており、そのような基地局を通じて各アクセス・ルータがデータ・パケットを送受信することが仮定されている。また、各アクセス・ルータがインターネット対応（例えばIPプロトコル対応）の接続を提供し、各アクセス・ルータが受信したデータ・パケットを対応するサービス・エリア内の1つ以上のモバイル端末に転送できることも仮定されている。各アクセス・ルータは、そのアクセス・ルータと直接通信するのに用いられるIPアドレスと、アクセス・ルータが割り当てることができるIPアドレス・ブロックとを備えている。このIPアドレス・ブロックは、各アクセス・ルータが、そのアクセス・ルータのサービスを受けるモバイル端末と通信するために利用する。わかりやすくするため、アクセス・ルータAR1が10.1.0.0というIPアドレスを持ち、アクセス・ルータAR2が10.2.0.0というIPアドレスを持つことが図示されている。

30

【0017】

本発明の1つの特徴によれば、各アクセス・ルータは、地理的に隣接した他のアクセス・ルータに関する情報を記憶した局所レイバビリティ地図（図3の要素304と308）を生成して維持する。本発明の1つの側面によれば、モバイル端末MTがある1つのアクセス・ルータのサービスを受けるサービス・エリアに入っていくと、そのモバイル端末は、そのモバイル端末が出ていこうとしているサービス・エリアのためにそのアクセス・ルータのIPアドレスを送信する。言い換えるならば、各モバイル端末は、前に利用したアクセス・ルータに関する情報（前のアクセス・ルータのアイデンティティ、すなわちそのIPアドレス）を次のアクセス・ルータに送る。ある1つのアクセス・ルータのサービス・エリアから出て別のアクセス・ルータのサービス・エリアに入ること、これら2つのアクセス・ルータが地理的に隣接していることが推定できる。それぞれのアクセス・ルータが他方のアクセス・ルータの存在を知ると、両方のアクセス・ルータはレイバビリティ情報を交換することができる。このレイバビリティ情報は、ターゲット・アクセス・ルータを選択して将来ハンドオフを行なうのに用いることができる。レイバビリティ情報は、物理的に隣接した

40

50

アクセス・ルータARの地図とともに、手作業で構成することもできる。

【0018】

図3に示したように、アクセス・ルータAR1は、学習機能301、選択機能302、交換機能303を備えている。同様に、アクセス・ルータAR2は、ケイパビリティ地図308に加えてこれらの機能（要素305、306、307）を備えている。他のアクセス・ルータAR3とAR4も図示しているが、内部の詳細は描いてない。一般に、各学習機能301と307は、1つのアクセス・ルータに付随するサービス・エリアに入っていくモバイル端末から情報（例えば前に利用したアクセス・ルータのIPアドレス）を受信する。

【0019】

交換機能303と305は、学習機能に応答して2つのアクセス・ルータ間でケイパビリティ情報を交換する。例えばモバイル端末MTがアクセス・ルータAR1によってサポートされたサービス・エリアを出て、アクセス・ルータAR2のサービス・エリアに入ろうとすると、このモバイル端末は、アクセス・ルータAR2に対し、元のアクセス・ルータAR1のIPアドレス（ここでは10.1.0.0）を送信する。それに応答して学習機能307がアクセス・ルータAR1のIPアドレスをケイパビリティ地図308に記憶させ、交換関数305がアクセス・ルータAR1に対して要求を（インターネットまたは他の手段により）送信することで、ケイパビリティ情報が交換されるようにする。その後、それぞれのアクセス・ルータの交換関数303と305が、個々のルータのケイパビリティに関するケイパビリティ情報（後で詳しく説明する）を交換する。例えば、アクセス・ルータAR1が28KBPSのリンク帯域幅をサポートでき、アクセス・ルータAR2が56KBPSのリンク帯域幅をサポートできるのであれば、この情報が各アクセス・ルータのケイパビリティ地図に記憶される。このようにして、各アクセス・ルータが、隣接したアクセス・ルータのケイパビリティについて学習する。

【0020】

選択機能302と306は、ケイパビリティ地図304と308に記憶されているケイパビリティ情報に基づき、モバイル端末のためのターゲット・アクセス・ルータを選択する。例えばモバイル端末MTがアクセス・ルータAR1のサービスを受けるサービス・エリアを出て、多数のターゲット・アクセス・ルータ（例えばAR2とAR4）のサービスを受けるサービス・エリアに入ろうとすると、アクセス・ルータAR1内の選択機能302がケイパビリティ地図304を参照し、どのアクセス・ルータがモバイル端末MTによって必要とされるケイパビリティに最も適しているかを判定する。運動検出スキームを用い、アクセス・ルータAR1に対し、モバイル端末が移動したときにそのモバイル端末にとって到達可能なアクセス・ルータARがどれであるかを伝える。あとでより詳しく説明することだが、ターゲット・アクセス・ルータの選択は、各アクセス・ルータに記憶されている方針に基づいて行なうことができる。

【0021】

各アクセス・ルータに関係するケイパビリティとしては、静的ケイパビリティ（例えばアクセス・ルータによってサポートされる帯域幅；セキュリティ・プロトコル；サービス・プロバイダなど）と動的ケイパビリティ（例えば現在の負荷レベルまたはネットワーク遅延）が挙げられる。図3に示した実施例には、サポートされる帯域幅；セキュリティ・スキーム；アクセス・ルータに接続されたインターネット・サービス・プロバイダISP；アクセス・ルータのIPアドレス；サービス・パラメータの品質；ダイナミックな負荷状況が含まれている。

【0022】

図3に示した機能のどれかまたはすべては、汎用または専用のデジタル・コンピュータで実行されるコンピュータ・ソフトウェアを用いて実現することができる。ケイパビリティ情報は、コンピュータのメモリ、関係データベース、これ以外のデータ構造のいずれかに記憶させることができる。従来のアクセス・ルータは、図3に示した機能を含むように変更することができる。

【0023】

モバイル端末MTのユーザーが、1秒間に256キロバイト（KBPS）という接続帯域幅を必要と

するIP接続で映画を見ていると仮定しよう。さらに、モバイル端末MTが、現在そのような帯域幅をサポートしているアクセス・ルータから出て、2つのアクセス・ルータAR2とAR4のサービスを受けるエリアに入ろうとしていると仮定しよう。アクセス・ルータAR1は、運動方向スキームにより、モバイル端末MTがサービス・エリアSA1から出たあとにアクセス・ルータAR2とAR4がこのモバイル端末をカバーできることを知る。アクセス・ルータAR1の選択機能302はケイパビリティ地図304を参照し、このエリア内の上記2つのアクセス・ルータのうちでアクセス・ルータAR4だけがそのような帯域幅をサポートしていると判断する。その後アクセス・ルータAR1は、モバイル端末MTとアクセス・ルータAR4の間のハンドオフを実現する。ハンドオフを実現する方法としては、文脈転送法（例えばR. KoodliとC. Perkins、「シームレスな移動のための文脈転送フレームワーク」、進展中の研究、インターネット・ドラフト、2001年2月を参照のこと）、または速いハンドオーバー法（例えばG. Tsirtsis他、“Fast Handovers for Mobile IPv6” Work in Progress, Internet Draft, April 2001を参照のこと）がある。

10

【0024】

ハンドオフは、さまざまな方法で実現することができる。例えば、モバイル端末MTに対し、アクセス・ルータAR4と接触するように指示すること；ハンドオフを実現するためアクセス・ルータAR4にメッセージを送ること；これ以外の手段などが挙げられる。選択機能を別のアクセス・ルータ、プロセッサ、モバイル端末において実行できることにも注意されたい。

【0025】

20

モバイル端末MTのユーザーが、128ビットの暗号化をサポートする高セキュリティの接続を要求すると仮定してみよう。モバイル端末MTが1つのサービス・エリアから別のサービス・エリアに移動するとき、このモバイル端末は、前のアクセス・ルータに対し、到達可能なアクセス・ルータのリストを伝える。前のアクセス・ルータは、モバイル端末MTの要求と、隣接している適切なアクセス・ルータについて記憶されているケイパビリティ情報とに基づき、ターゲット・アクセス・ルータを選択する。この選択プロセスについては後で詳しく説明する。他の選択スキームも、もちろん利用することができる。

【0026】

30

図4は、異なるアクセス・ルータが、1つのアクセス・ルータに付随するサービス・エリアに入っていくモバイル端末に基づいて、物理的に隣接していることを学習し、ケイパビリティ情報を共有する際に使用できる方法における各ステップを示している。ステップ401では、モバイル端末MTがアクセス・ルータAR2のサービス・エリアを検出する。ステップ402では、モバイル端末がアクセス・ルータAR1のIPアドレスをアクセス・ルータAR2に送る。一実施態様では、モバイル端末MTのスイッチがオンになったときにIPアドレスは送られず、そのモバイル端末が運動しているときだけ送られる。

【0027】

ステップ405では、アクセス・ルータAR1がアクセス・ルータAR2のケイパビリティ地図に存在しているかどうかを判定する。そうでない場合には、ステップ403において、アクセス・ルータAR2が、アクセス・ルータAR1のケイパビリティのリストを（例えばインターネットを通じて）アクセス・ルータAR1に要求する。ステップ404では、アクセス・ルータAR1とAR2がケイパビリティを交換し、両方のアクセス・ルータが互いのケイパビリティについて知ることになる。

40

【0028】

一実施態様では、各アクセス・ルータのケイパビリティ地図への入力内容は、アクセス・ルータ間で最後のハンドオフが起こってからあまりに長い時間が経過した場合に除去することができる（例えば図4のステップ406）。このような除去を行なうことのもとになる考え方は、次のようなものである。すなわち、1つのサービス・エリアから別のサービス・エリアへと移動する多数のモバイル端末によって時間経過とともにかなりの数のハンドオフが起こったとき、そのような時間が経過しても特定のアクセス・ルータからのハンドオフがまったくないことが、そのアクセス・ルータが除去されたこと、あるいは機能してい

50

ないこと、あるいはそのアクセス・ルータがカバーしているエリアが変化したことを示している可能性があるため、隣接地図を変化させるという考え方である。

【0029】

別の方法として、入力内容は、要求もしていないのに他のアクセス・ルータからケイパビリティが変化したことを示すメッセージが届いたときに変えることができる。例えば現在の負荷状況などのダイナミックなケイパビリティについてこのようなことが起こる可能性がある。アクセス・ルータは、ケイパビリティ地図にあるすべてのアクセス・ルータに要求を送信し、更新されたケイパビリティ情報を周期的に交換することができる。

【0030】

上に概要を説明したように、最初のケイパビリティ地図は手作業で作り、その後それを時間経過とともにダイナミックに更新していくことができる。 10

【0031】

図5は、ターゲット・アクセス・ルータを選択し、その選択したターゲット・アクセス・ルータに対するハンドオフを可能にする際に使用できる方法における各ステップを示している。ステップ501では、モバイル端末が、複数のアクセス・ルータARのサービス・エリアのそれぞれを、そのアクセス・ルータのカバー・エリアに入ったときに検出する。ステップ502では、これらアクセス・ルータARのリストが、現在サービスを提供しているアクセス・ルータ（例えばAR1）に送られる。ステップ503では、アクセス・ルータAR1が、到達可能なアクセス・ルータARと、ケイパビリティ地図に存在していてモバイル端末MTの要求と一般的なアクセス・ルータARの要求の両方を満たすアクセス・ルータARとが交差している部分を明らかにする。交差部分がない場合には、2つの異なった方針を適用することができる。方針1（ステップ504）では、アクセス・ルータAR1が、代わりに、到達可能なアクセス・ルータARと、ケイパビリティ地図にあるすべての隣接アクセス・ルータとが交差している部分を明らかにする。方針2を適用する場合（ステップ505）には、送られてきた要求に基づいたハンドオフが実現不能であることを示す失敗メッセージがモバイル端末MTに送られる。するとモバイル端末と協働している現在のアクセス・ルータARは、このモバイル端末を、隣接したアクセス・ルータのうちで、このモバイル端末による通話ができ、しかもこのモバイル端末の要求の一部に最も適した1つのアクセス・ルータに対してハンドオーバーすることが可能であるかどうかを判断できるようになる。現在のアクセス・ルータがハンドオーバー・プロセスを開始させるのであれば、これもこのアクセス・ルータにとっての1つの方針決定になりうる。ステップ506では、アクセス・ルータAR1が、交差集合からターゲット・アクセス・ルータを1つ選択する。ステップ507では、アクセス・ルータAR1が、選択されたターゲット・アクセス・ルータに対してハンドオフを開始する。 20 30

【0032】

各アクセス・ルータに対して別のアクセス・ルータにメッセージを送信するよう要求するのではなくケイパビリティ情報の共有を実行させるためには、各モバイル端末MTが1つのアクセス・ルータのケイパビリティを別のアクセス・ルータに直接に送信するという方法が可能であることに注意されたい。さらに、アクセス・ルータの中でケイパビリティのマッチングが起こるのではなく、各モバイル端末自身が、潜在的ターゲット・アクセス・ルータのうちの1つから送信されたケイパビリティ情報に基づき、どのターゲット・アクセス・ルータが最適であるかを判断することができる（例えばケイパビリティ地図をモバイル端末に送信し、そのモバイル端末が選択を行なうようにすることができよう）。別の方法として、ターゲット・アクセス・ルータの選択は、元のアクセス・ルータにおいて、そのルータが持つケイパビリティ地図に基づいて行なうこともできる。 40

【0033】

サービス・エリア間の移動という文脈で上記の説明を行なったが、本発明の原理はサービス・エリア間の移動の有無とは関係がなく、アクセス・ルータ間で負荷をバランスさせることにも適用できる。例えば、1つのモバイル端末が、オーバーロードになったアクセス・ルータのサービスを受けているサービス・エリアに入ったとき、このオーバーロードになったアクセス・ルータは、現在そのモバイル端末にサービスを提供しているアクセス・ 50

ルータの存在について学習し、そのオーバーロードになったアクセス・ルータを通じて接続されているモバイル端末のうちのいくつかを、新たに発見したアクセス・ルータに切り換えることができる。

【0034】

アクセス・ルータ間で交換することのできるケイパビリティはさまざまであり、その中には静的ケイパビリティや動的ケイパビリティが含まれる。具体的には、アクセス・ルータによってサポートされている帯域幅；ダイナミックな負荷状況；セキュリティ・スキーム；サービス品質（QoS）ケイパビリティ；ファイル形式（例えばMP3、JPEGなど）；アクセス・ルータの地理的位置；ストリーミング・メディアのサポート；送信技術（例えばCDMA、TDMA、GSM）；パワー・レベル；想定される信号幅；他のアクセス・ルータとの近接度；アクセス・ルータに接続されるインターネット・サービス・プロバイダISP；現在の天候状況；音声会議および／またはビデオ会議の設備；コスト（例えば1分あたりの料金、データ単位ごとの料金）；プロモーション情報（例えば、所定のアクセス・ルータを用いた場合にアクセスが無料になる）；通知などが挙げられる。2つ以上の送信技術（例えばIEEE 802.11とGSM）をサポートしているモバイル端末は、例えばケイパビリティに関する条件を指定することができる。それは、ハンドオフが受け入れられる前に、1つのアクセス・ルータを、どちらかの送信技術をサポートする1つの基地局と関係づける必要があるという条件である。さらに、アクセス・ルータは、各アクセス・ルータに付随したアクセス・ポイントに関する情報を交換することができる。この情報を利用するとアクセス・ルータを容易に選択することができる。これについて以下に詳しく説明する。

【0035】

一実施態様では、モバイル端末が別のサービス・エリアに入ったときだけケイパビリティが交換されるが、本発明の別の実施態様では、サービス・エリアの移動がない場合でも、各アクセス・ルータが、そのケイパビリティ地図に記憶されている他のアクセス・ルータに対して周期的に（例えば1時間に1回、または1日に1回）質問を行なう。さらに、隣接情報を共有できるようにするため、潜在的ターゲット・アクセス・ルータのネットワーク・アドレス（またはアクセス・ルータに関する他の同定情報）はモバイル端末を通じて元の（現在の）アクセス・ルータに戻すことができるが、その逆ではないことに注意されたい。

【0036】

本発明の1つの変形例によれば、アクセス・ルータは、1つのモバイル端末から受信した情報に基づき、情報を繰り返して共有することができる。例えば1つのモバイル端末が新しいサービス・エリアに入り、前のアクセス・ルータのIPアドレスを新しいアクセス・ルータに転送すると仮定しよう。ケイパビリティ地図に地理的情報（例えばアクセス・ルータの現在位置）または信号強度情報（例えば同じモバイル端末に関係した現在の信号強度）が含まれている場合には、新しいアクセス・ルータは、自身のケイパビリティ地図の中に記憶させるのに十分なほど近くに他のアクセス・ルータがあると推定することができる。

【0037】

この原理は、モバイル端末そのものがアクセス・ルータになっている場合にも適用することができる。例えば、大きなスポーツ・イベントが大都市のスタジアムで開催されると仮定しよう。複数のサービス・プロバイダがアクセス・ルータおよび／または送信装置を搭載したトラックをスタジアムの近くに駐車させ、スポーツ・イベントを観戦しているユーザーのモバイル端末にサービスを提供することができる。モバイル端末の各ユーザーは、各トラックの位置とケイパビリティに基づき、1つのサービス・プロバイダ（とアクセス・ルータ）を選択することができる。トラックの1つは、広告を受信する意思のあるモバイル端末に対し、限られた帯域幅で自由にアクセスできるようにすることが可能である。別のトラックは、より広い帯域幅のアクセス（例えばビデオ速度）を提供できるが、1分間につき10セントのコストがかかる。各トラックに付随するアクセス・ルータは、各トラックに付随するアクセス・ルータ間を移動するモバイル端末を媒介として、他のアクセス・ルータとケイパビリティを共有することができる。送信装置を1つのトラックに設置す

る一方で、アクセス・ルータを別のトラックまたはトレーラに設置できることが理解できよう。一実施態様に関して上に説明したように、アクセス・ルータARの物理的隣接地図に含まれている特定のアクセス・ルータARからのハンドオーバーが停止すると、そのアクセス・ルータは除去される。これは、その物理的隣接地図への入力内容が、その入力内容に伴う寿命を持っているからである。ハンドオーバーが隣接したアクセス・ルータARで起こったり、隣接したアクセス・ルータARからハンドオーバーが送信されたりしたとき、この寿命が更新される。

【0038】

図6は、第1のアクセス・ルータAR1に付随するサービス・エリアから、3つの異なるアクセス・ルータAR2、AR3、AR4によるサービスを受けるエリアに移動するモバイル端末MTを示している。スタジアムに到着したモバイル端末のユーザーは、アクセス・ルータAR1に付随するサービス・エリアから、スタジアムに駐車しているさまざまなトラックによってサポートされている重なった潜在的サービス・エリア（例えばアクセス・ルータAR2、AR3、AR4）へと移動する可能性がある。モバイル端末のユーザーがアクセス・ルータAR1に付随するサービス・エリアからスタジアムに移動してスタジアムの複数のアクセス・ルータに出会うと、アクセス・ルータAR1はスタジアムのアクセス・ルータのケイパビリティについて学習した後、スタジアムの各アクセス・ルータに関係するケイパビリティ情報と、（必要に応じて）各モバイル端末のケイパビリティ条件とに基づき、他のモバイル端末のハンドオフを選択的に制御することができる。このシナリオのもとでは、同じ地理的位置に入る2つの異なるモバイル端末に対し、各モバイル端末が必要とするケイパビリティを考慮して、異なるアクセス・ルータを割り当てることができる。

【0039】

別の実施例として、モバイル端末のユーザーが、インターネットに自由にアクセスできるショッピング・モールに入ったと仮定しよう。ユーザーは、ショッピング・モールに近づくにつれ、永続的な広告の代わりにフリー・アクセス・ルータに切り換えるように求められる可能性がある。（ユーザーは、フリー・アクセス・ルータが利用できる場所ではフリー・アクセス・ルータを選ぶことを示すプロファイルをあらかじめ決めておくことができる）。しかし同じ動きをする別のユーザーは、これとは異なり、モバイル端末で現在作動しているアプリケーション・プログラム（例えばビデオ電話コール）を理由に、自動的に料金のかかる高品質アクセス・ルータにハンドオフする可能性がある。ユーザーは、条件付きケイパビリティ条件を設定することもできる。例えば、ビデオ・コールがなされている（その場合、帯域幅を保証できる料金のかかるアクセス・ルータが選択される）のでなければフリー・アクセス・ルータをデフォルトにする。

【0040】

モバイル端末が新しいサービス・エリアに入ったことを検出するにはさまざまな方法がある。1つの方法では、モバイル端末が、さまざまなアクセス・ルータに付随する隣接基地局のビーコンを聴くことによってアクセス・ルータを“助ける”というものである。隣接したこれらビーコンを聴き始めるというこの判断は、ハンドオーバーが必要であると見なされたときに、モバイル端末が下すこと、あるいはアクセス・ルータARを開始させることができる。例えば、現在のアクセス・ルータARからモバイル端末への信号と、モバイル端末から現在のアクセス・ルータARへの信号のいずれかまたは両方は、フェードしていく可能性がある。モバイル端末とアクセス・ルータARの一方または両方は、ハンドオーバーが必要であることを判断できる。（電力を節約するため、モバイル端末は、必要がないときに隣接したビーコンを常に聴いている必要はない）。現在のアクセス・ルータに関係する信号強度が閾値以下に低下し、別のアクセス・ルータに関係する信号強度がその値よりも大きくなったとモバイル端末が判断したとき、このモバイル端末は、上記の原理を利用してハンドオフ要求を開始することができる。

【0041】

モバイル端末は、隣接基地局またはアクセス・ポイントからの信号が聞こえたとき、この情報を現在サービスを提供しているアクセス・ルータに戻す。この情報としては、これら

基地局からの低レベル・リンク層情報と、基地局とつながっているアクセス・ルータARのIPアドレスのいずれかまたは両方が可能である。この情報は、その全体が、現在モバイル端末がつながっているアクセス・ルータARに転送される。これら基地局は、さまざまな送信技術を利用することができる。上記のように現在のアクセス・ルータが潜在的ターゲット・アクセス・ルータARのIPアドレスを利用できる場合には、現在のアクセス・ルータは、潜在的ターゲット・アクセス・ルータARのリストを直ちに利用できる。これらは、モバイル端末が聞くことのできるアクセス・ルータARであるため、モバイル端末からハンドオーバーすることができるアクセス・ルータARのリストとなる。ターゲット・アクセス・ルータは、ケイパビリティに基づいて、あるいはハンドオーバー可能なアクセス・ルータが2つ以上ある場合には、何らかの方針に基づいて、このリストから選択される。

10

【0042】

モバイル端末が、聞くことのできる潜在的ターゲット・アクセス・ルータのIPアドレスを転送せず、リンク・レベル（例えば基地局識別子）の情報だけを転送する場合には、現在のアクセス・ルータARが、基地局がつながっている隣接したアクセス・ルータARの中からアクセス・ルータARを同定する。したがって現在のアクセス・ルータARは、隣接リストに載っているすべてのアクセス・ルータに、聞くことのできる基地局のIDをグループ同報通信する。これら基地局に属するアクセス・ルータARは、認証を伴った応答を返す。潜在的ターゲット・アクセス・ルータのリストがこのシナリオにおいてこのようにして形成され、前段落で説明したのと同様のプロセスを利用してターゲット・アクセス・ルータが同定される。このグループ同報通信メッセージは、基地局のリンク・レベルIDがケイパビリティ交換の際に交換される場合には使用しないようにすることができる。後者の方法では、元のアクセス・ルータが自身のケイパビリティ地図を参照し、どのアクセス・ルータがビーコンに関係しているかを判定する。

20

【0043】

モバイル端末が現在のアクセス・ルータに隣接したアクセス・ルータの中から最適なターゲット・アクセス・ルータARを同定するのを助けることができず、しかも現在のアクセス・ルータARまたはモバイル端末が、ハンドオーバーが必要であると判断した場合には、現在のアクセス・ルータARは、ターゲット・アクセス・ルータARを同定するため、以下の手続きを利用することができる。現在のアクセス・ルータARは、隣接したすべてのアクセス・ルータに対し、モバイル端末のIDを伴ったポーリング・メッセージをグループ同報通信する。隣接したアクセス・ルータARは、モバイル端末の信号を聞くことができるかどうかを判断するため、対応する基地局にポーリングする。これら基地局は、モバイル端末が応答すべきビーコンを送り出す。別の方法では、基地局がモバイル端末の制御信号を聞くことができる。信号を聞くことができる基地局は、この情報を対応するそれぞれのアクセス・ルータARに転送する。するとこれらアクセス・ルータARは、ポーリング・メッセージを送り出したアクセス・ルータARに応答する。アクセス・ルータARがポーリング・メッセージに応答すると、現在のアクセス・ルータARは潜在的ターゲット・アクセス・ルータARのリストを入手することになる。次に、現在のアクセス・ルータARは、ケイパビリティ情報または何らかの方針を利用して、モバイル端末のためのターゲット・アクセス・ルータARを同定する。

30

40

【0044】

一実施態様では、いわゆる“サービスの拒否”攻撃またはエラーのあるケイパビリティ情報を避けるため、セキュリティ機能を備えている。この実施態様では、第2の（ターゲット）アクセス・ルータが、第1の（元の）アクセス・ルータに質問し、モバイル端末が最近第1のアクセス・ルータのサービスを受けたことを確認する。このような質問は、第2のアクセス・ルータから第1のアクセス・ルータにIPパケットを送信し、第1のアクセス・ルータから確認応答を受信することによって実現可能である。確認が成功しなかった場合には、ケイパビリティ交換操作が禁止され、第1のアクセス・ルータが第2のアクセス・ルータの隣接地図に加えられることはない。（こうすることにより、モバイル端末が東海岸のサービス・エリアを離れてオフになり、西海岸のサービス・エリアで再びオンになるとい

50

う状況も避けられよう)。こうすることにより、悪意あるモバイル端末が実際には以前に第3のアクセス・ルータからサービスを受けていながら第1のアクセス・ルータからハンドオフされたと主張することを回避できよう。この機能は、第1のアクセス・ルータから第2のアクセス・ルータにパケットを自発的に送信して確認情報を提供することによっても実現可能である。

【0045】

図7は、本発明の原理を実行する際に使用できるモバイル端末の可能な1つの具体例を示している。このモバイル端末701には、1つ以上の基地局と通信する送信／受信回路702が含まれている。基地局は、従来の音声に基づいた携帯電話網（例えばCDMA技術やTDMA技術）で使用されているのと同じでもよいし、そのような電話網とは独立していてもよい。しかし回路702は、モバイルIPネットワークを介して送られるIPパケットを含むデジタル・データを送信する。上記回路の受信部は、基地局から信号強度またはビーコン情報を受信し、それが信号強度検出器703で処理される。データ・インターフェイス回路704は、デジタル・メッセージを、送信／受信回路702を通じた送信に適した形式に変換するとともに、逆の変換も行なう。この回路をどのように具体化するかに応じ、データ・インターフェイス回路704は必要とされない可能性もある。

【0046】

モバイルIPハンドオフ処理回路705は、信号強度と、以前に記憶したケイパビリティ条件またはプロファイル706とに基づいて判断を下す。ケイパビリティ条件は、ユーザーが（例えばグラフィカル・ユーザー・インターフェイスまたはキーパッドを利用して）手作業で入力すること、あるいはさまざまなアプリケーション・プログラム707のどれがモバイル端末上で実行されているかに応じて自動的に設定することが可能である。例えばユーザーが、かなりの帯域幅を必要とする映画アプリケーションを実行している場合には、このアプリケーションは、この帯域幅に対応するケイパビリティ条件を自動的に設定することができる。その後、モバイル端末701は、新しいアクセス・ルータに対してハンドオフを試みるときにこの条件を送信する。

【0047】

図7に示したいくつかの機能またはすべての機能を実現するには、アプリケーション専用の集積回路；ソフトウェアをプログラムされたマイクロプロセッサ；信号処理装置；専用回路；これらの組み合わせのいずれかを利用することができる。したがって図7に示した機能の構成は、ハードウェア回路の特別な構成にはよらない。

【0048】

すでに説明したように、この明細書に記載したIPハンドオフ・メカニズムは、単一のモバイル端末の中の他のハンドオフ・メカニズムと共存することができる。例えば図7にはモバイルIPハンドオフ処理機能が示されているが、完全に異なる基準に基づいた音声接続を別にハンドオフすることを目的として、完全に独立したハンドオフ機能をモバイル端末の中に共存させることができる。別の方法として、音声接続は、IP接続を介して実現することもできる。すると音声のハンドオフは、判断プロセスに含めることができる。例えばパケットの待ち時間は、人間がエコーを認識するケイパビリティと、パケットが遅延した場合のパケット化された音声における遅延とが原因で、ターゲット・アクセス・ルータに関して決定を下すときにより大きな問題になる可能性がある。

【0049】

“モバイル端末”という用語には、IP対応の携帯電話；ワイヤレスでアクセス可能なパーソナル・デジタル・アシスタント（PDA）（例えばPALM社が製造しているもの）；ワイヤレス通信が可能なノートブック型コンピュータ；さまざまな送信技術（CDMA、GSM、TDMAなど）または媒体（ラジオ波、赤外線、レーザーなど）を通じてパケット化されたデジタル通信法を利用した通信が可能な他のモバイル装置が含まれるものと理解されたい。

【0050】

“アクセス・ルータ”という用語には、IPパケットなどのパケットをルーティング情報に基づいてネットワーク内のアドレスに届ける、コンピュータで実現した装置が含まれるも

のと理解されたい。しかしアクセス・ルータは、情報を送信するのにさまざまな送信スキーム（例えばGSMやCDMA）を利用する可能性のある基地局／アクセス・ポイントとは別であることを理解しておく必要がある。図1に示したように、単一のアクセス・ルータを1つ以上の基地局と関係づけることができる。別の方法として、2つ以上のアクセス・ルータを単一の基地局と関係づけることもできる。

【0051】

“モバイルIPネットワーク”という用語には、（たとえ送信技術が適合していなかったり、異なる搬送波で動作したりするネットワークであっても、）インターネット・プロトコルを用いてモバイル端末とワイヤレスで通信するネットワークが含まれるものと理解されたい。

10

【0052】

本発明を実施するための現在のところ好ましい態様を含む特別な実施例に関して本発明を説明してきたが、当業者であれば、添付の特許請求の範囲に示した本発明の精神と範囲の中で、上に説明したシステムと技術に対する多数のバリエーションや変更が存在していることが理解できよう。この明細書に記載した方法のすべてのステップは、コンピュータ・ソフトウェアの形に具体化してコンピュータが読むことのできる媒体に記憶させ、汎用コンピュータまたは専用コンピュータに実行させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】3つのサービス・エリアSA1、SA2、SA3をカバーする従来のモバイルIPネットワークを示している。

20

【図2】IP接続をハンドオフするための従来のスキームを示しており、モバイル端末は、ホーム・エージェントAR1に登録されるだけでなく、第2のIPアドレスを用い、“世話役”エージェントAR2を通じて通信する。

【図3】複数のアクセス・ルータAR1とAR2を含む本発明のシステムを示しており、それぞれのアクセス・ルータは、地理的に隣接したアクセス・ルータのケイパビリティを記述するケイパビリティ地図（304と308）を備えている。

【図4】物理的に隣接していることを学習し、物理的に隣接したアクセス・ルータからケイパビリティ情報を獲得する方法における各ステップを示している。

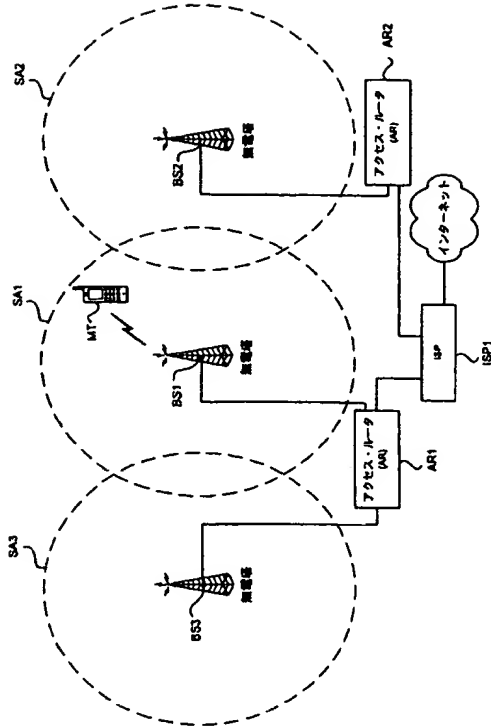
【図5】以前に記憶したケイパビリティ情報に基づいてターゲット・アクセス・ルータを選択する方法における各ステップを示している。

30

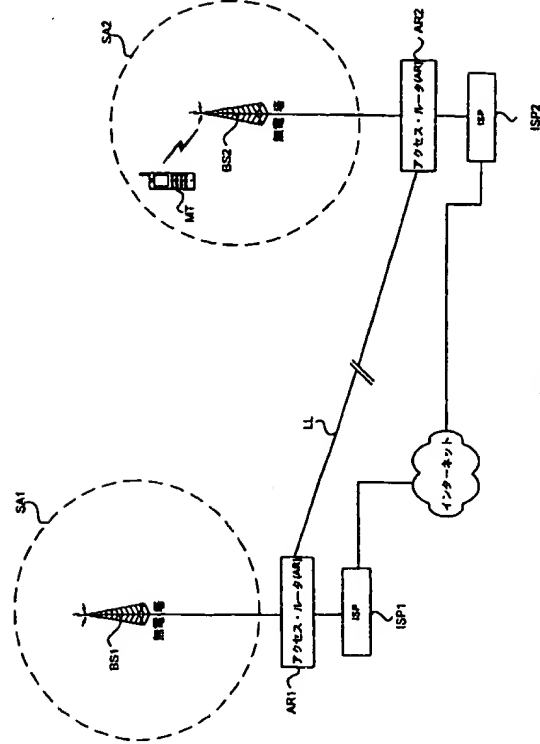
【図6】第1のアクセス・ルータAR1に付随するサービス・エリアから、3つの異なるアクセス・ルータAR2、AR3、AR4によるサービスを受けるエリアに移動するモバイル端末MTを示している。

【図7】本発明のさまざまな側面を実行するための処理機能とメモリを備えたモバイル端末701を示している。

【図 1】

FIG. 1
(理想状態)

【図 2】

FIG. 2
(現実状態)

【図 3】

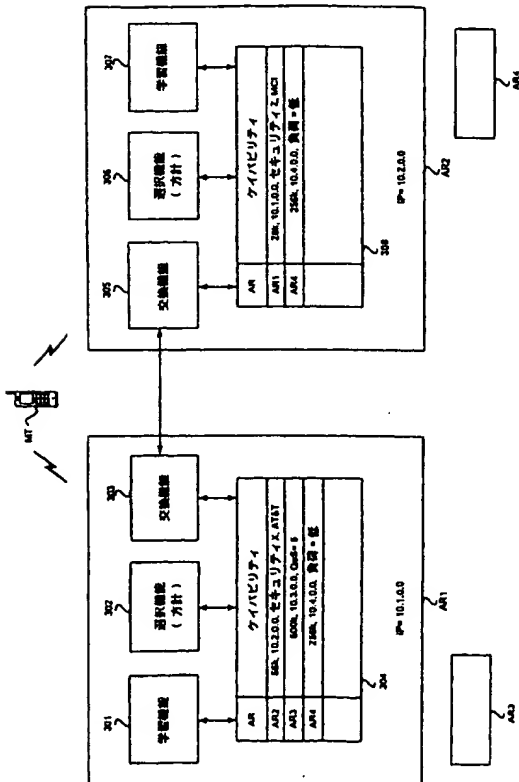


FIG. 3

【図 4】

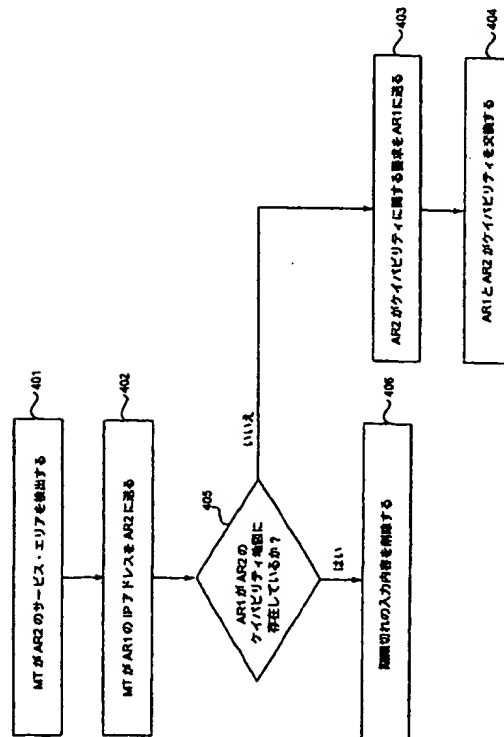


FIG. 4

【図 5】

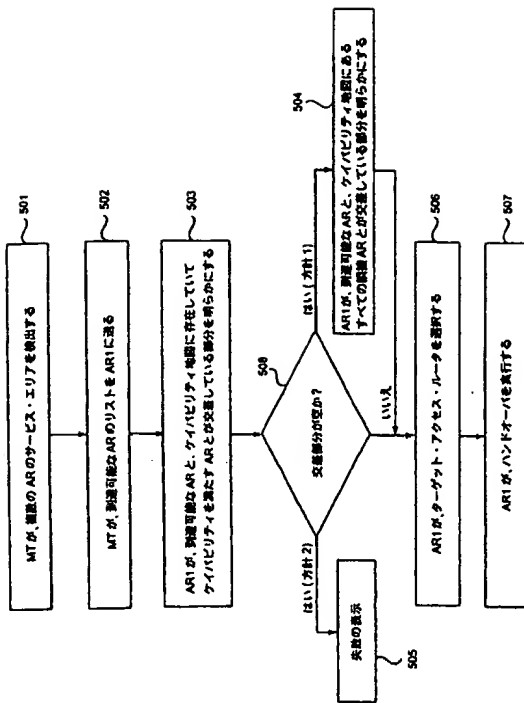


FIG. 5

【図 7】

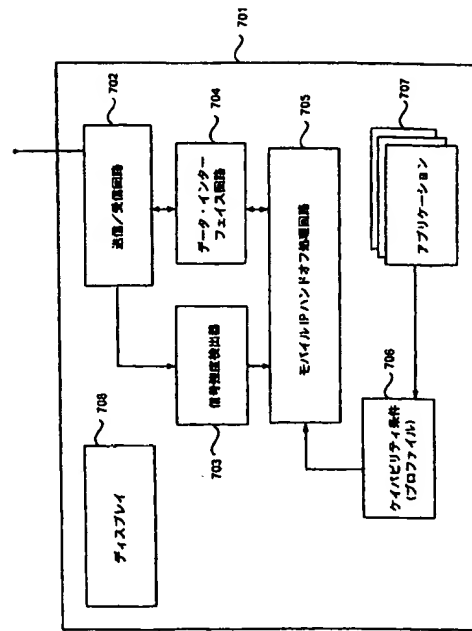


FIG. 7

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
9 January 2003 (09.01.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/003639 A2

- (51) International Patent Classification: H04L
- (11) International Application Number: PCT/IB02/00404
- (12) International Filing Date: 25 June 2002 (25.06.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 09097511 28 June 2001 (28.06.2001) US
- (71) Applicant: NOKIA, INC. (US/US); 6000 Connection Drive, Irving, TX 75039 (US).
- (72) Inventors: CHASKAR, Hemanth, M.; 111 Locust Street, Apt. 40-C-1, Woburn, MA 01801 (US); TROSCEN, Clark; 300 Mystic Valley Parkway, Arlington, MA 02474 (US); KRISHNAMURTHI, Govind; 276 Massachusetts Avenue, #105, Arlington, MA 02474 (US).
- (74) Agent: WRIGHT, Bradley, s.; Banner & Witcoff, Ltd., 1001 G Street, N.W., Eleventh Floor, Washington, DC 20001-4597 (US).
- (81) Designated States (national): AR, AG, AT, AM, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GR, GT, HU, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (PT, TM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), European patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), Japanese patent (JP), Chinese patent (CN), Indian patent (IN), Israeli patent (IL), Italian patent (IT), Mexican patent (MX), New Zealand patent (NZ), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published: without international search report and to be republished upon receipt of that report
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 03/003639 A2

(54) Title: PROTOCOL TO DETERMINE OPTIMAL TARGET ACCESS ROUTERS FOR SEAMLESS IP-LEVEL HANDOVER

(57) Abstract: An apparatus and method is provided for facilitating the seamless handoff of IP connections between access routers in an IP network. The mobile IP network includes two or more access routers each serving a different geographic service area. When a mobile terminal moves from the first service area to the second service area, the mobile terminal transmits to the second access router the IP address of the previous access router. The second access router uses this information to learn capabilities of the first access router (e.g., bandwidths supported, security schemes, and the like, for use in future handoff decisions, and exchanges capability information with the first access router. The assumption is made based on the exchanged information that the access routers are geographically proximate. When another mobile terminal transitions from one service area to another, the system selects an optimal target access router based on the previously learned information, including the inferred geographic proximity between access routers.

**PROTOCOL TO DETERMINE OPTIMAL TARGET ACCESS ROUTERS FOR
SEAMLESS IP-LEVEL HANDOVER**

FIELD OF THE INVENTION

- [01] The invention relates generally to telecommunications networks. More particularly, the invention concerns a mechanism for enabling seamless mobility in mobile telecommunications networks.

BACKGROUND OF THE INVENTION

- [02] Telecommunication networks for mobile devices include cellular communication systems; mobile Internet Protocol (IP) networks; paging systems; and others. Cellular systems generally allow mobile terminals to move geographically by "handing off" localized communication links among transmission towers and associated base stations. Similarly, mobile IP networks allow IP-enabled devices such as wireless Personal Digital Assistants (PDAs) and mobile computers to move about geographically dispersed areas while maintaining a connection to the Internet.
- [03] Mobile devices can provide both voice-based connections and IP connections using different base stations and infrastructures. For example, a Web-enabled cell phone might maintain a voice connection using a first transmission channel and maintain a mobile IP connection using a second (and independent) transmission channel, such that handoffs occur independently for the two channels. Alternatively, voice services can be combined with the IP service, such that a single connection is maintained for both services. Voice connections can also be provided over IP in a combined service.
- [04] FIG. 1 shows a conventional mobile IP network that covers three service areas SA1, SA2, and SA3. For the sake of simplicity, only IP services are shown, although as explained above, separate transmission networks can be provided for voice services.

- [05] As shown in FIG. 1, a mobile terminal MT is within service area SA1 served by base station BS1 (also called an access point or AP). Base station BS1 is connected to an access router AR1, which in turn connects to an Internet service provider ISP1 that provides access to the Internet. Other base stations such as BS3 may also be connected to access router AR1, such that a common IP address is used for mobile terminals even though the terminals may pass through different service areas. In other words, although there may be a hand off of radio frequency channels when the mobile terminal moves between service area SA1 and service area SA3, it may not be necessary to change the IP address used to communicate with the mobile terminal because the Internet connection is still served by the same access router AR1.
- [06] A second service area SA2 is served by a separate base station BS2, which is in turn connected to a different access router AR2. Due to the network topology, access routers AR1 and AR2 use different blocks of IP addresses for communicating with mobile terminals roaming within their associated service areas. If mobile terminal MT moves from service area SA1 to service area SA2, some mechanism is needed to hand off the Internet connection from access router AR1 to access router AR2. Similarly, if service areas SA1 and SA2 are separated by a large logical distance (e.g., AR1 and AR2 are connected to different ISPs), some coordination mechanism is needed to permit data transmitted to a terminal previously operating in service area SA1 to be forwarded to service area SA2 if that terminal moves into area SA2.
- [07] One conventional scheme for handing off IP connections is depicted in FIG. 2. Service area SA1 is served by access router AR1, which is designated the "home agent" for communicating with a particular mobile terminal MT. While mobile terminal MT moves within service area SA1, access router AR1 communicates with the mobile terminal using an IP address that is assigned to access router AR1. IP packets (e.g., e-mail, Web pages, and the like) are transmitted over the Internet to ISP1, which forwards the traffic to AR1, which in turn knows that a particular IP connection is associated with the mobile terminal in its service area.

- [08] If mobile terminal MT moves to a different service area SA2 served by a different access router AR2, packets that were previously transmitted to AR1 will no longer reach the mobile terminal. One conventional solution is to advertise (e.g., broadcast) the existence of access router AR2 in service area SA2, such that when mobile terminal MT moves into service area SA2, it is notified of the existence of access router AR2, and it receives a new IP address for communicating within service area SA2. Mobile terminal MT or access router AR2 then sends a binding update to home agent AR1 (e.g., through a land line LL or over the Internet), so that home agent AR1 knows the IP address that will allow packets to reach the mobile terminal in service area SA2. The home agent treats this address as a "care of" address, and all further packets to the original IP address are forwarded to the new IP address. In essence, two separate IP addresses are used to communicate with the mobile terminal: a home agent address and a care of address that changes at each new point of attachment. This scheme is described in the Internet Engineering Task Force (IETF) Request for Comments (RFC) number 2002 (October 1996).
- [09] The above scheme assumes that the target access router (AR2) is known by the originating access router (AR1) prior to the handoff (e.g., mobile terminal MT has accepted the advertisement from AR2 and is assigned an IP address for communicating with it). If there are multiple access routers in the target area each with overlapping service areas, there is no easy way for the mobile terminal to select from among them. For example, suppose that a mobile terminal is receiving high bandwidth video data while moving out of a service area. Two other overlapping service areas served by two access routers controlled by two different service providers may be available to accept the handoff of the mobile terminal's IP connection. One of the two access routers may provide high-speed access to the Internet, while the second one may not. There is no way for the mobile terminal to specify or select from among the two access routers.
- [10] Another problem concerns handoff speed. The conventional scenario shown in FIG. 2 may not be able to provide fast handoff speed because of the handshaking required

between the mobile terminal and the new access router AR2. Packets may be lost if handoff of the IP connection is not performed smoothly. Moreover, if an IP connection is used for voice-quality signals or music, latency introduced by the handoff may unacceptably disrupt the connection.

- [11] Another difficulty with handing off IP connections in mobile networks arises where heterogeneous networks (using different access technologies) served by potentially different (and incompatible) service providers are concerned. Referring again to FIG. 1, if service area SA1 is served by MCI while service area SA2 is served by AT&T, then the two service providers must agree on a coordination mechanism to accept handoffs of IP services from each other's system. Moreover, as new access routers are added to each service provider's system, the details of each new access router must be communicated throughout the system (e.g., from a central authority) to ensure that all access routers in both systems are aware of the others. This approach can result in a single point of failure, and requires coordination of effort among different service providers.
- [12] The problem of providing seamless handovers in IP environments is related to ongoing efforts in the Internet Engineering Task Force (IETF), namely in the Context Transfer, Handoff Candidate Discovery, and Seamless Mobility (SeaMoby) and Mobile IP working groups. Context transfer and fast handover protocols have been developed to exchange session-related information or proactively establish mobile IP connectivity, respectively. Both protocols assume that the target access router is known when requesting the desired functionality (see FIG. 1). Although the discovery of the handoff candidate is included in the SeaMoby working group charter, discovery protocols for physically adjacent access routers have not been studied so far. However, research regarding obtaining physical locations of networking elements has been conducted. Location tracking technologies, such as the Global Positioning System (GPS), provide physical location information of devices attached to the positioning system. Other systems use such information to accurately locate devices. However, since the location is not in relation to any coverage area of an access

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

technology, the location information is not applicable for candidate selection purposes.

- [13] Location systems based on radio frequency technologies use the signal of the wireless access technology to determine the position of the mobile node. In contrast to GPS systems, the obtained location is related to the coverage area of the base station being used for location determination. However, the obtained location is specific for the mobile node and does not give any indication of overlapping coverage areas of access routers. Thus, these systems cannot be used to determine physically adjacent networking elements. Moreover, the location determination is usually very specific for the access technology used, and is therefore not suited for multiple access technology scenarios. Besides the lack of accuracy of the obtained location, there is no indication of overlapping coverage areas needed for physical adjacency determination.
- [14] What is needed is a system and method for addressing some or all of the aforementioned problems.

SUMMARY OF THE INVENTION

- [15] The invention provides a system and method to facilitate seamless handoffs in mobile networks, such as mobile IP networks. A first aspect of the invention enables an access router to dynamically learn about other access routers that are geographically adjacent by receiving information from mobile terminals that move into the service area of the access router. A second aspect of the invention allows access routers to share capability information without requiring a centralized scheme (e.g., using a peer-to-peer approach). A third aspect of the invention allows a target access router to be selected and a handoff arranged on the basis of capability information associated with one or more target access routers and on the basis of the direction of movement of the mobile node. Other features and advantages of the invention will become apparent through the following detailed description, the figures, and the claims.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

- [16] FIG. 1 shows a conventional mobile IP network covering three service areas SA1, SA2, and SA3.
- [17] FIG. 2 shows a conventional scheme for handing off IP connections, in which a mobile terminal registers with a home agent AR1 but also communicates using a second IP address through a "care of" agent AR2.
- [18] FIG. 3 shows a system according to the invention including a plurality of access routers AR1 and AR2, each of which includes a capability map (304 and 308) describing capabilities of geographically proximate access routers.
- [19] FIG. 4 shows steps in a method to learn about a physical neighborhood and for acquiring capability information from physically adjacent access routers.
- [20] FIG. 5 shows steps in a method for selecting a target access router on the basis of previously stored capability information.
- [21] FIG. 6 shows a mobile terminal MT moving from a service area associated with a first access router AR1 to an area serviced by three different access routers AR2, AR3, and AR4.
- [22] FIG. 7 shows a mobile terminal 701 equipped with processing functions and memory to carry out various aspects of the invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

- [23] FIG. 3 shows a system employing various principles of the invention. As shown in FIG. 3, a first access router AR1 serves a first service area (not shown) in which a mobile terminal MT may be located. Although not explicitly shown in FIG. 3, it is assumed that each access router transmits and receives data packets through one or more base stations that cover corresponding geographic areas. It is also assumed that

each access router provides Internet-compatible connections (e.g., IP protocol compatibility) such that data packets received at each router can be forwarded to one or more mobile terminals within the corresponding service area. Each access router includes an IP address used for communicating directly with the access router and a block of IP addresses that can be allocated and used by the access router for communicating with mobile terminals served by the access router. For purposes of illustration, AR1 is shown as having an IP address of 10.1.0.0, and AR2 is shown as having an IP address of 10.2.0.0.

- [24] According to one aspect of the invention, each access router creates and maintains a local capability map (elements 304 and 308 in FIG. 3) that stores information concerning other access routers that are geographically adjacent. According to one aspect of the invention, as a mobile terminal MT moves into the area serviced by an access router, the mobile terminal transmits the IP address of the access router for the service area from which the mobile terminal is leaving. In other words, each mobile terminal passes to the next access router information concerning the previously used access router (the previous router's identity, i.e., its IP address). An inference can be drawn that, by virtue of moving out of one router's service area and into another router's service area, the two routers are geographically adjacent. Once each access router knows about the other one, they can exchange capability information that can be used to select a target access router for future handoffs. The capability information, along with the physical neighborhood AR map, can also be constructed through manual configuration.
- [25] As shown in FIG. 3, access router AR1 includes a learning function 301, a selector function 302, and an exchange function 303. Similarly, access router AR2 contains such functions (elements 305, 306, and 307) in addition to the capabilities map 308. Other access routers AR3 and AR4 are shown without internal details. In general, each learning function 301 and 307 receives information from mobile terminals that move into the service area associated with an access router (e.g., the IP address of the previously used access router).

- [26] Exchange functions 303 and 305 exchange capability information between two access routers in response to the learning function. For example, when mobile terminal MT is about to move out of the service area supported by AR1 and into the service area of AR2, the mobile terminal transmits to AR2 the IP address (in this case, 10.1.0.0) of the originating access router AR1. In response, learning function 307 stores the IP address of AR1 into capability map 308, and causes exchange function 305 to transmit a request (over the Internet, or through other means) to AR1 to exchange capability information. Thereafter, exchange functions 303 and 305 of the respective access routers exchange capability information (described in more detail below) concerning each respective router's capabilities. For example, if AR1 can support link bandwidths of 28 KBPS and AR2 can support link bandwidths of 56 KBPS, this information is stored in each access router's respective capability map. In this manner, each access router learns about capabilities of neighboring routers.
- [27] Selector functions 302 and 306 select target access routers for mobile terminals based on capability information stored in capability maps 304 and 308 respectively. For example, if mobile terminal MT is about to move from a service area served by AR1 into a service area served by multiple target access routers (including, for example, AR2 and AR4), selector function 302 in AR1 consults capability map 304 to determine which access router best suits the capabilities needed by mobile terminal MT. A movement detection scheme is used to inform AR1 which ARs are reachable by the mobile terminal upon movement of the mobile terminal. As explained in more detail below, selection of target routers can be done based on policies stored in each router.
- [28] Capabilities associated with each access router may include static capabilities (e.g., bandwidths supported by the router; security protocols; service providers; etc.) and dynamic capabilities (e.g., current loading level or network delays). Examples shown in FIG. 3 include bandwidths supported; security schemes; ISP connected to the router; IP address of the router; quality of service parameters; and dynamic loading conditions.

- [29] Any or all of the functions depicted in FIG. 3 can be implemented using computer software executing on a general-purpose or special-purpose digital computer. The capabilities information can be stored in a computer memory, relational database, or other data structure. Conventional access routers can be modified to incorporate the functions illustrated in FIG. 3.
- [30] Suppose that the user of mobile terminal MT is watching a movie over an IP connection requiring a connection bandwidth of 256 kilobytes per second (KBPS). Suppose further that terminal MT is about to move from an access router that presently supports such a bandwidth to an area served by two access routers, AR2 and AR4. The movement detection scheme allows AR1 to know that AR2 and AR4 can cover MT after it moves out of service area SA1. Selector function 302 in access router AR1 consults capability map 304 and determines that of the two access routers in the area, only AR4 supports such a bandwidth. Thereafter, AR1 arranges a handoff between mobile terminal MT and access router AR4. Arranging a handoff may include procedures of context transfer (see, e.g., R. Koodli and C. Perkins, "A Context Transfer Framework for Seamless Mobility," Work in Progress, Internet Draft, February 2001), or fast handover (see, e.g., G. Tsirtsis et al., "Fast Handovers for Mobile IPv6," Work in Progress, Internet Draft, April 2001).
- [31] A handoff can be arranged in various ways, including instructing the MT to contact AR4; sending a message to AR4 to arrange the handoff; or by other means. It will be appreciated that the selection function can be performed in another router, processor, or mobile terminal.
- [32] Suppose that the user of mobile terminal MT requires a high-security connection that supports 128-bit encryption. When terminal MT moves from one service area to another, it informs the old access router of the list of reachable access routers. The old access router selects a target router based on the MT's requirements and the stored capability information of the appropriate neighbor routers. The selection process is explained in more detail below. Other selection schemes can of course be used.

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

- [33] FIG. 4 shows steps of a method that can be used to learn a physical neighborhood and to share capability information among different access routers on the basis of mobile terminals moving into a service area associated with an access router. In step 401, mobile terminal MT detects service areas of AR2. In step 402, the mobile terminal sends the IP address of AR1 to AR2. In one embodiment, the IP address is not sent when the MT is switched on; instead, it is only sent during movement of the mobile terminal.
- [34] In step 405, a check is made to determine whether AR1 is in the capability map of AR2. Assuming that it is not, then in step 403, AR2 sends a request to AR1 (over the Internet, for example) requesting a list of capabilities of AR1. In step 404, AR1 and AR2 exchange capabilities (including the IP address of AR2) such that both access routers know about the capabilities of the other.
- [35] In one embodiment, entries in each router's capability map can be purged if too much time has elapsed since the last handoff occurred between them (e.g., step 406 in FIG. 4). Such purging would be done on the theory that many mobile terminals moving from one service area to another would cause a certain number of handoffs over the time period, and that absence of any handoff from a particular router after such a time might indicate that the router has been removed or disabled or its coverage area has changed, thereby altering the neighborhood map.
- [36] Alternatively, entries can be changed upon receiving an unsolicited message from other routers indicating changes in capabilities. Such might be the case, for example, for dynamic capabilities such as current load conditions. Routers can periodically transmit requests to all access routers in a capability map seeking an exchange of updated capability information.
- [37] Initial capability maps can be established manually and then updated dynamically over time as outlined above.

- [38] FIG. 5 shows steps of a method that can be used to select a target access router to enable handoff to the selected target access router. In step 501, the mobile terminal detects the service areas of several ARs upon movement into their coverage areas. In step 502, the list of these ARs is sent to the currently serving access router, e.g., AR1. In step 503, AR1 determines the intersection of reachable ARs and those ARs in the capability map that fit MT's and generic AR requirements. If the intersection is empty, two different policies can be applied. In the first one (step 504), AR1 determines instead the intersection of reachable ARs and all neighbors contained in the capability map. When applying the second policy (step 505), a failure indication is delivered to mobile terminal MT, indicating that a handoff based on the delivered requirements is not feasible. The current AR in collaboration with the mobile terminal can then decide whether the mobile terminal can be handed over to an AR among the neighboring ARs that the mobile terminal can hear that best partially suits the mobile terminal's requirements. This may also be a policy decision for the current AR, if it initiates the handover procedure. In step 506, AR1 selects a target access router from the intersection set. In step 507, AR1 initiates a handoff to the selected target access router.
- [39] It should be appreciated that each mobile terminal MT could directly transmit capabilities of one access router to another access router in order to perform sharing of capability information, rather than requiring each access router to transmit messages to another access router. Moreover, instead of capability matching occurring in the access routers, each mobile terminal could decide for itself which target access router is optimal, based on capability information transmitted from one of the potential target access routers (e.g., the capability map could be transmitted to the mobile terminal, which would then make the selection). Alternatively, target router selection can be made in the originating access router based on its capability maps.
- [40] Although described above in the context of transitioning between service areas, the inventive principles can also be applied to balance loads among access routers even in

the absence of service area transitions. For example, when one mobile terminal moves into a service area served by an overloaded access router, the overloaded access router may learn about the existence of the router presently serving the mobile terminal, and can direct some of the mobile terminals presently connected through the overloaded access router to switch to the newly discovered access router.

- [41] The capabilities that can be exchanged among routers are wide-ranging and can include static and dynamic capabilities. Examples include bandwidths supported by the router; dynamic loading conditions; security schemes; quality-of-service (QoS) capabilities; file formats (e.g., MP3, JPEG, and others); geographic location of the router; streaming media support; transmission technology (e.g., CDMA, TDMA, GSM); power levels; estimated signal range; proximity to other access routers; ISP connected to the router; current weather conditions; audio and/or video conferencing facilities; cost (e.g., price per minute or per units of data); promotional information (e.g., free access if certain routers are used); advertising; and the like. A mobile terminal that supports more than one transmission technology (e.g., IEEE 802.11 and GSM), for example, can specify a capability requirement that an access router must be associated with a base station that supports either transmission technology before a handoff will be accepted. Moreover, routers can exchange information concerning access points with which each access router is associated. This information can be used to facilitate access router selection, as described in more detail below.
- [42] Although in one embodiment capabilities are exchanged only when a mobile terminal moves into a different service area, in other embodiments of the invention each access router periodically queries the other access routers stored in its capability map (e.g., once per hour or once per day) even in the absence of service area transitions. Moreover, it will be appreciated that network addresses (or other identifying information for access routers) of potential target access routers can be transmitted through a mobile terminal back to an originating (current) access router, rather than vice versa, in order to permit sharing of neighborhood information.

- [43] According to one variation of the invention, access routers can recursively share information based on information received from one mobile terminal. For example, suppose that a mobile terminal moves into a new service area and forwards the IP address of the previous access router to the new access router. If the capability map includes geographic information (e.g., current location of the router) or signal strength information (e.g., current signal strength associated with the same mobile terminal), the new router could infer that other access routers were similarly close enough to store in its own capability map.
- [44] The principles can be applied to access routers that are themselves mobile. For example, suppose that a large sporting event is held at a stadium in a large city. Multiple service providers with truck-mounted access routers and/or transmission equipment can park next to the stadium and provide service to mobile terminals for users attending the sporting event. Each user's mobile terminal can select a different one of the service providers (and access routers) on the basis of each truck's location and capabilities. One of the trucks may have the capability to provide free access at limited bandwidths to mobile terminals willing to accept advertisements on the their mobile terminals. Another of the trucks may provide higher bandwidth access (e.g., video rates) but at a cost of 10 cents per minute. Routers associated with each truck can share capabilities with the other on the basis of a mobile terminal that transitions between access routers associated with each truck. It will be appreciated that transmission equipment could be provided on one truck while access routers are provided in another truck or a trailer. As explained above with respect to one embodiment, once handovers stop happening from a particular AR in an AR's physical neighbor map, it will be removed. This is because each entry in the physical neighbor map has a lifetime associated with it. When a handover occurs to or from a neighboring AR, this lifetime is updated.
- [45] FIG. 6 shows a mobile terminal MT moving from a service area associated with a first access router AR1 to an area serviced by three different access routers AR2, AR3, and AR4. A mobile terminal user arriving at a stadium might transition from a service

area associated with access router AR1 to potentially overlapping service areas supported by different trucks parked at the stadium (e.g., access routers AR2, AR3, and AR4). As mobile users move from the service area associated with AR1 into the stadium and encounter multiple access routers at the stadium, access router AR1 would learn about the capabilities of the access routers at the stadium, and would then be able to selectively control the handoff of other mobile terminals on the basis of capability information associated with each access router at the stadium and (optionally) each mobile terminal's capability requirements. Under this scenario, two different mobile terminals moving into the same geographic location could be assigned to different access routers, depending on the capabilities required by each mobile terminal.

[46] As another example, suppose that the user of a mobile terminal is traveling toward a shopping mall equipped with free Internet access. As the user draws near, he or she may be invited to switch to the free access router in exchange for enduring advertising. (The user could establish a profile in advance indicating a preference for free access routers where they are available). But a different user who makes the same movements might instead be automatically handed off to a high-quality cost-based access router because of an application program presently operating in the mobile terminal (e.g., a video phone call). Users could also establish conditional capability requirements; for example, default to free access routers unless a video call is in progress, in which case a cost-based router that can guarantee bandwidth would be selected.

[47] There are various methods of detecting movement of a mobile terminal to a new service area. In one approach, the mobile terminal "helps" the access router by listening to beacons of neighboring base stations associated with different access routers. This decision made by the mobile terminal to start listening to these neighborhood beacons can be made by the mobile terminal or be initiated by the AR at a time when a handover is deemed necessary. For example, the current AR's signal to the mobile terminal might be fading, or the mobile terminal's signal to the current

AR might be fading, or both. One of the two entities (mobile terminal or AR) or both might decide that a handover is necessary. (In order to conserve power, the mobile terminal need not constantly listen to neighboring beacons when not necessary to do so). When the mobile terminal determines that the signal strength associated with the current access router falls below a threshold level and that the signal strength associated with a different access router is higher, the mobile terminal can initiate a handoff request using the principles outlined above.

- [48] When a mobile terminal hears signals from neighboring base stations or access points, it forwards this information back to its current serving AR. This information could be low-level link layer information from these base stations, or it could be the IP addresses of the ARs they are attached to, or both. This information is forwarded in its entirety to the AR to which the mobile terminal is currently attached. These base stations can rely on different transmission technologies. If the IP addresses of the potential target ARs are made available to the current router as described above, then a potential target AR list is immediately available to the current router. These form the list of ARs that the mobile terminal could be handed over to because these are the ARs that the mobile terminal can hear. The target router is chosen from this list based on their capabilities or, if there is more than one possible router for handover, it can be done based on some policy.
- [49] In the event that the mobile terminal does not forward IP addresses of the potential target access routers that it hears and only forwards link level (e.g., base station identifiers) information, then the current AR identifies the ARs among the neighbors to which the base stations are attached. It therefore multicasts the base station IDs it hears to all the routers in its neighborhood list. The ARs to which these base stations belong reply back with an acknowledgement. The potential target access router list is thus formed in this scenario and a process similar to the one explained in the previous paragraph is used to identify the target access router. This multi-cast message can be avoided if the link-level IDs of base stations can be exchanged at the time of capability exchange. In the latter approach, the original access router would consult

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

its capability map to determine which access router(s) are associated with the beacon(s).

- [50] In the event that a mobile terminal is unable to assist the current router in identifying the best target AR in its neighborhood, and the current AR or the mobile terminal determines that a handover is necessary, the current AR can use the following procedure to identify the target AR. The current AR multi-casts a polling message with the mobile terminal's ID to all of its neighbors. The neighboring ARs poll their base stations to determine whether they can hear the mobile terminal's signal. These base stations send out a beacon to which the mobile terminal must respond. In another approach, the base stations could listen in to the mobile terminal's control signals. The base stations that can hear the signal forward this information to their respective ARs, which then respond to the AR that sent out the polling message. Once ARs respond to the polling message, the current AR has a list of potential target ARs. It then uses the capability information or some policy decision to identify the target AR for the mobile terminal.
- [51] In one embodiment, a security feature is included to prevent so-called "denial of service" attacks or corrupted capability information. In this embodiment, the second (target) access router queries the first (originating) access router to validate that the mobile terminal was recently served by the first access router. Such a query can be performed by transmitting an IP packet from the second access router to the first access router, and receiving a validation response from the first access router. If the validation was not successful, the capability exchange operation would be inhibited and the first access router would not be added to the second access router's neighborhood map. (This would also prevent the situation where a mobile terminal leaves an East Coast service area, is turned off, and then is turned on again in a West Coast service area). This would prevent a malicious mobile terminal from pretending to be handed off from the first access router when in fact it was previously served by a third access router. This feature could alternatively be implemented by voluntarily

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

transmitting the packet from the first access router to the second access router providing validation information.

- [52] FIG. 7 shows one possible implementation of a mobile terminal that can be used to carry out the inventive principles. The mobile terminal 701 includes a transmit/receive circuit 702 that communicates with one or more base stations. The base stations may be the same base stations used by conventional voice-based cellular phone networks (e.g., using CDMA or TDMA technology), or they may be separate and apart from such phone networks. Nevertheless, circuit 702 transmits digital data comprising IP packets that are to be routed through the mobile IP network. The receiving part of the circuit receives signal strength or beacon information from base stations, which is processed by a signal strength detector 703. Data interface circuit 704 converts digital messages into a format suitable for transmission through transmit/receive circuit 702 and vice versa. Depending on the circuit implementation, data interface 704 may not be necessary.
- [53] Mobile IP handoff processing circuit 705 makes decisions on the basis of the signal strength and previously stored capabilities requirements or profile 706. The capabilities requirements can be manually entered by a user (e.g., using a graphical user interface or keypad), or they can be automatically set depending on which of various application programs 707 are executing on the mobile terminal. For example, if the user is executing a movie application that requires a certain bandwidth, the application could automatically set a capability requirement corresponding to that bandwidth. Thereafter, mobile terminal 701 would transmit this requirement when attempting a handoff to a new access router.
- [54] Some or all of the functions shown in FIG. 7 can be implemented using application-specific integrated circuits; microprocessors programmed with software; signal processing devices; specialized circuitry; or combinations of the above. Consequently, the arrangement of functions shown in FIG. 7 is not intended to imply a specific arrangement of hardware circuits.

- [55] As explained previously, the IP handoff mechanisms described herein can co-exist with other handoff mechanisms in a single mobile terminal. For example, although FIG. 7 shows a mobile IP handoff processing function, a completely separate handoff function can co-exist in the mobile terminal for the purpose of separately handing off voice connections based on entirely different criteria. Alternatively, voice connections can be implemented over an IP connection, and voice handoff considerations can thus be incorporated into the decisionmaking process. For example, packet latency might be a much bigger concern when making decisions regarding target access routers, due to the ability of humans to perceive echoes and delays in packetized speech where packets are delayed.
- [56] The term "mobile terminal" should be understood to include IP-enabled cellular telephones, wirelessly accessible Personal Digital Assistants (PDAs) such as those manufactured by PALM Inc.; notebook computers that can communicate wirelessly; and other mobile devices that can communicate using packetized digital communications over various transmission technologies (including CDMA, GSM, TDMA, and others) or media (radio, infrared, laser, and the like).
- [57] The term "access router" should be understood to include computer-implemented devices that route packets, such as IP packets, to addresses in a network based on routing information. However, it should be understood that access routers are distinct from base stations/access points, which may rely on different transmission schemes to transmit information (e.g., GSM or CDMA). One or more base stations could be associated with a single access router, as shown in FIG. 1. Alternatively, more than one access router could be associated with a single base station.
- [58] The term "mobile IP network" should be understood to include a network or networks (even if incompatible in transmission technology or operated by different carriers) that communicate wirelessly with mobile terminals using Internet Protocol.
- [59] While the invention has been described with respect to specific examples including presently preferred modes of carrying out the invention, those skilled in the art will

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

appreciate that there are numerous variations and permutations of the above described systems and techniques that fall within the spirit and scope of the invention as set forth in the appended claims. Any of the method steps described herein can be implemented in computer software and stored on computer-readable medium for execution in a general-purpose or special-purpose computer.

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

We claim:

1. A method of discovering target access routers in a mobile Internet environment to enable seamless Internet Protocol (IP) handoff of a mobile terminal between access routers, comprising the steps of:

(1) discovering a local geographical neighborhood by transmitting, from a first access router through the mobile terminal to a second access router, an identifier that identifies the first access router;

(2) sharing access router capability information between the first access router and the second access router based on the identifier transmitted in step (1); and

(3) selecting a target access router for a mobile terminal handoff operation on the basis of the access router capability information shared in step (2).

2. The method of claim 1, wherein step (2) is performed by transmitting an IP packet from the second access router to the first access router, and receiving access router capability information from the first access router in response to the transmitted IP packet.

3. The method of claim 1, wherein in step (3) the target access router is selected also on the basis of the direction of movement of the mobile terminal.

4. The method of claim 1, wherein step (2) is performed by transmitting access router capability information from the second access router to the first access router through the mobile terminal.

5. The method of claim 1, wherein step (3) is performed by the first access router on the basis of capability information stored in the first access router.

6. The method of claim 1, further comprising the step of purging capability information concerning the first access router if no mobile terminal has been handed off from the first access router to the second access router during a certain time interval.

7. The method of claim 1, wherein step (3) is performed by comparing capability requirements of the mobile terminal with access router capability information shared in step (2).

WO 03/003639

PCT/US92/02444

8. The method of claim 3, further comprising the steps of:

(a) detecting a beacon corresponding to the second access router and providing beacon information to the first access router; and

(b) the first access router querying neighbors to determine whether any of the neighbors corresponds to the beacon information provided in step (a).

9. The method of claim 1, wherein step (1) comprises the step of transmitting an IP address of the first access router to the second access router.

10. In a mobile terminal, a method of facilitating a mobile Internet Protocol (IP) handoff from a source access router to one of a plurality of potential target access routers, the method comprising the steps of:

(1) detecting entry into an area served by two or more of the plurality of potential target access routers;

(2) transmitting an address of the source access router from the mobile terminal to one or more of the potential target access routers; and

(3) performing an IP handoff operation from the source access router to one of the plurality of potential target access routers on the basis of capability information received from one or more of the plurality of potential target access routers.

11. The method of claim 10, wherein step (3) is performed in the mobile terminal by selecting a target access router on the basis of bandwidth capabilities required by the mobile terminal.

12. The method of claim 10, wherein step (3) is performed by the source access router on the basis of capability information received by the source access router from the one or more plurality of potential target access routers.

13. The method of claim 10, wherein step (3) comprises the step of performing the IP handoff to one of the plurality of potential target access routers that best matches capabilities required by the mobile terminal.

14. The method of claim 10, wherein step (3) is performed independently of any voice-channel handoff operation that is also supported by the mobile terminal.

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

15. A method of sharing capability information in a mobile communication network for use in making handoff decisions among access routers, comprising the steps of:

(1) detecting a condition that a mobile terminal presently served by a first access router is entering an area served by a second access router;

(2) transmitting a network address of the first access router from the mobile terminal to the second access router; and

(3) exchanging capability information between the first access router and the second access router, such that each access router learns capabilities of the other access router.

16. The method of claim 15, further comprising the step of:

(4) using the exchanged capability information from step (3) to make a handoff decision for a mobile IP terminal.

17. The method of claim 15, wherein step (3) is performed by transmitting an IP packet from the second access router to the first access router requesting capability information and receiving an IP packet from the first access router containing capability information describing capabilities of the first access router.

18. The method of claim 15, wherein the capability information comprises a bandwidth supported by one of the routers.

19. The method of claim 15, wherein the capability information comprises dynamic loading conditions associated with one of the routers.

20. The method of claim 15, wherein the capability information comprises security schemes supported by one of the routers.

21. The method of claim 15, wherein the capability information comprises the geographic location of one of the access routers.

22. The method of claim 15, wherein the capability information comprises signal transmission technologies supported by a base station associated with one of the access routers.

23. The method of claim 15, wherein the capability information comprises a cost of access using one of the access routers.

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

24. The method of claim 15,
wherein step (1) comprises the step of detecting a condition that the mobile terminal is entering an area served by at least two potential target access routers;
wherein step (3) comprises the step of exchanging information concerning both of the at least two potential target access routers; and
further including the step of selecting one of at least two potential target access routers on the basis of the capability information exchanged in step (3).
25. The method of claim 15, further comprising the step of:
(4) purging capability information of the first access router if no handoffs from the first access router have been detected within a predetermined time period.
26. The method of claim 16, wherein step (4) comprises the step of selecting an optimum target router on the basis of a predetermined policy.
27. The method of claim 26, wherein the policy specifies that a lowest cost access router should be selected.
28. The method of claim 15, further comprising the step of:
(4) redirecting one or more mobile terminals away from a loaded access router to a less loaded access router on the basis of capability information obtained as a result of step (3).
29. The method of claim 15, wherein step (1) comprises the step of detecting that the mobile terminal is entering an area served by at least two potential target access routers, and further comprising the step of:
(4) selecting one of the two potential target access routers on the basis of a best match between a capability dictated by an application program executing on the mobile terminal and the capabilities of the two potential target access routers.
30. A method of handing off a mobile terminal in a mobile IP network comprising a plurality of access routers each associated with a service area, the method comprising the steps of:
(1) receiving a request to initiate a handoff operation for a mobile terminal in the mobile IP network;

(2) finding an optimal access router to receive the handoff operation for the mobile terminal by evaluating capability information for a plurality of access routers, wherein the capability information was previously obtained by exchanging information among access routers on the basis of information transmitted by one or more mobile terminals in the mobile IP network; and

(3) effecting the handoff operation to the optimal access router.

31. The method of claim 30, wherein step (2) comprises the step of comparing capability requirements associated with the mobile terminal in step (1) with dynamic capability information associated with each of the plurality of access routers.

32. The method of claim 30, wherein step (2) comprises the step of comparing bandwidth requirements of the mobile terminal with bandwidth capabilities of each access router.

33. The method of claim 30, wherein step (2) comprises the step of selecting an access router on the basis of the cost of access.

34. The method of claim 30, wherein step (2) comprises the step of selecting an access router on the basis of a security scheme.

35. A mobile terminal adapted to participate in handoff decisions in a mobile IP network comprising a plurality of access routers, comprising:

a transmit/receive circuit capable of transmitting and receiving digital data within the mobile IP network; and

a mobile IP handoff processing circuit coupled to the transmit/receive circuit, wherein the mobile IP handoff processing circuit transmits a network address of a first access router in the mobile IP network to a second access router in the mobile IP network.

36. The mobile terminal of claim 35, further comprising a capabilities storage area reflecting capabilities needed by the mobile terminal, wherein the mobile IP handoff processing circuit transmits one or more capabilities stored in the capabilities storage area to an access router in the mobile IP network.

37. The mobile terminal of claim 35, wherein the mobile IP processing circuit transmits a bandwidth requirement that is dependent on an application that is presently executing on the mobile terminal.

38. The mobile terminal of claim 35, further comprising a signal strength detector coupled to the transmit/receive circuit and to the mobile IP handoff processing circuit, wherein the mobile IP handoff processing circuit in response to detecting that signal strength has dropped below a threshold, initiates a handoff process within the mobile IP network.

39. An access router for use in a mobile IP network having a plurality of access routers each of which routes IP packets among mobile terminals in a service area, comprising a processor that executes computer-readable instructions for performing the steps of:

(1) receiving from a mobile terminal a network address of another access router in communication with the mobile terminal;

(2) storing the network address into a capabilities map that defines capabilities of geographically proximate access routers; and

(3) using the stored network address to make a handoff decision concerning a second mobile terminal in the mobile IP network.

40. The access router of claim 39, wherein the processor further executes computer-readable instructions that perform the step of:

(4) exchanging capabilities information with the another access router, such that the access router and the another access router become aware of the others' capabilities on the basis of the network address received from the mobile terminal.

41. The access router of claim 40, wherein the processor executes computer-readable instructions that exchange bandwidth capacity information between the access router and the another access router, wherein the instructions in step (3) select an access router on the basis of the bandwidth capacity information.

42. The access router of claim 40, wherein the processor executes computer-readable instructions that exchange dynamic loading information between the access router and the another access router, wherein the instructions in step (3) select an access router on the basis of the dynamic loading information.

43. The access router of claim 40, wherein the processor executes computer-readable instructions that make a handoff decision concerning a second mobile terminal in the mobile IP network on the basis of a policy stored in the access router.

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

44. The access router of claim 43, wherein the policy results in selection of an access router on the basis of access cost.

45. The access router of claim 40, wherein the processor executes computer-readable instructions that make a handoff decision by comparing capability requirements received from a second mobile terminal with capability information previously obtained in step (4).

46. A system comprising a plurality of access routers in a mobile IP network, wherein each access router comprises computer-executable instructions that, when executed, perform the steps of:

(1) receiving from a first mobile terminal an IP address associated with another access router in the mobile IP network;

(2) using the IP address associated with the other access router to discover capabilities of the other access router;

(3) storing capabilities of the other access router in a capabilities map that maps each of a plurality of access routers to capabilities associated with each access router; and

(4) in response to a request to perform a handoff of an IP service involving a second mobile terminal, finding an optimum access router to effect the handoff on the basis of the previously stored capabilities map.

47. The system of claim 46, wherein each access router comprises computer-executable instructions that perform the step of comparing capabilities requirements received from the second mobile terminal with the capabilities map.

48. The system of claim 46, wherein each access router comprises computer-executable instructions that perform the step of finding an optimum access router by comparing the previously stored capabilities map with a policy.

49. The method of claim 1, further comprising the step of, after step (1), validating that the first access router recently served the mobile terminal and, if the first access router did not recently serve the mobile terminal, inhibiting the sharing of capability information in step (2).

50. The method of claim 49, wherein the step of validating comprises the step of transmitting an IP packet from the second access router to the first access router and

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

receiving a response from the first access router confirming that the mobile terminal was recently served by the first access router.

51. The method of claim 1, wherein step (2) comprises the step of sharing information concerning an access point associated with the second access router.

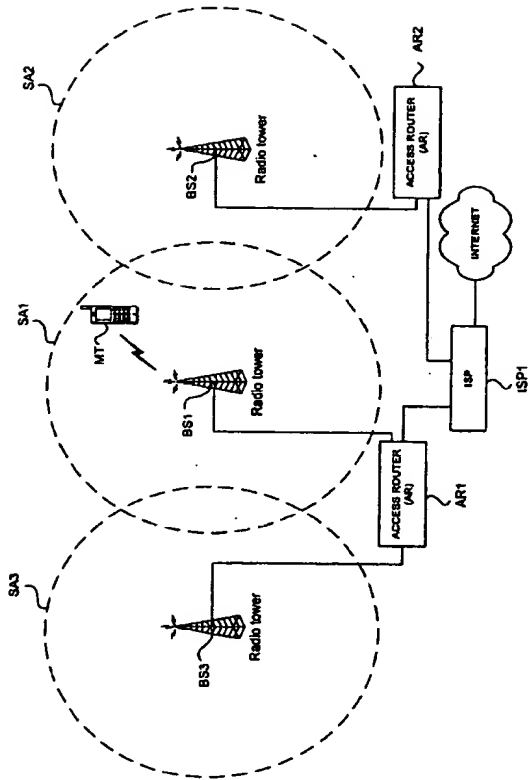
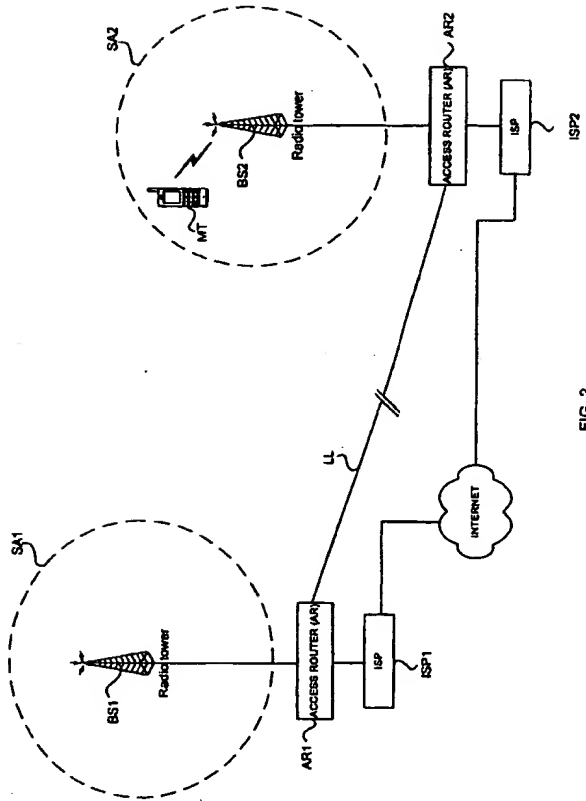


FIG. 1
(Prior Art)

WO 03/002439

PCT/JP02/02444

27

FIG. 2
(Prior Art)

WO 03/003639

PCT/JP02/02464

3/7

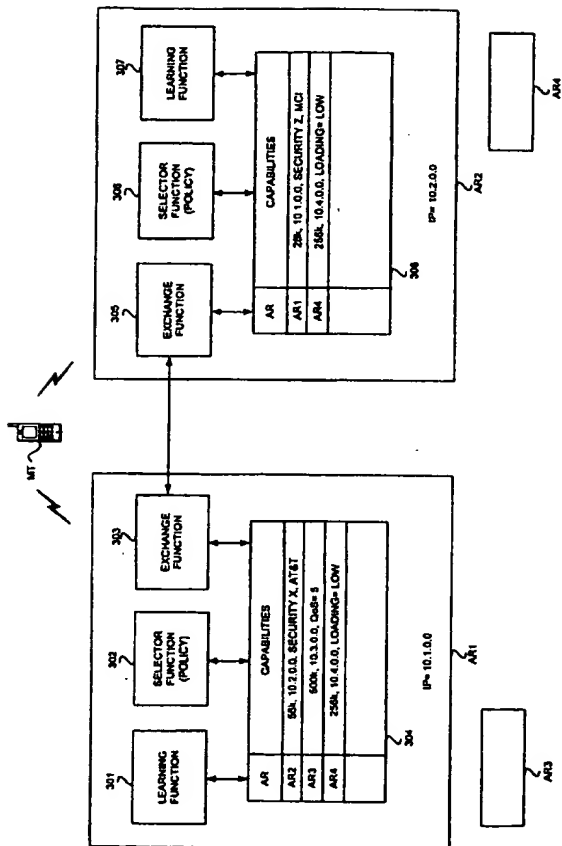


FIG. 3

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

4/7

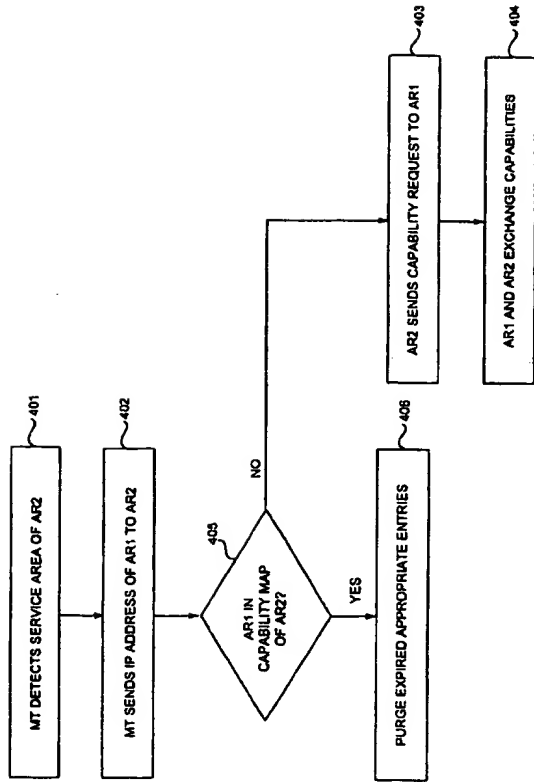


FIG. 4

WO 03/003639

PCT/IB02/01404

5/7

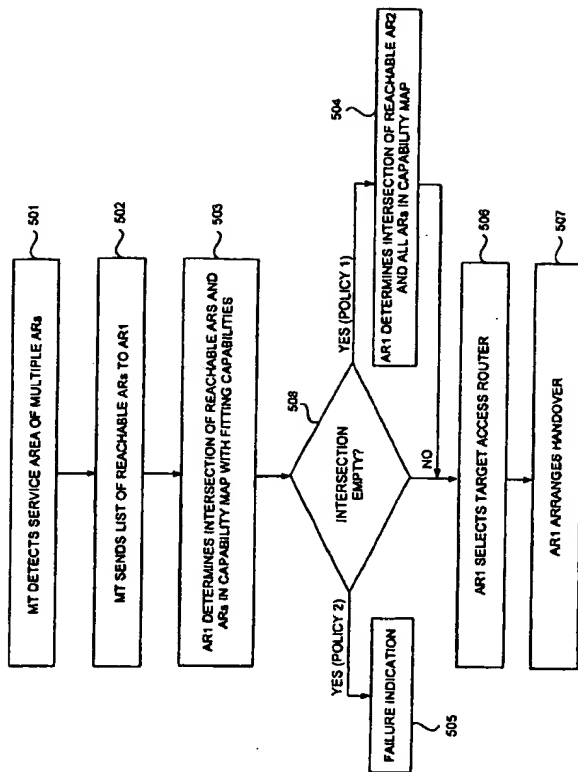


FIG. 5

WO 03/003639

PCT/JP02/02404

6/7

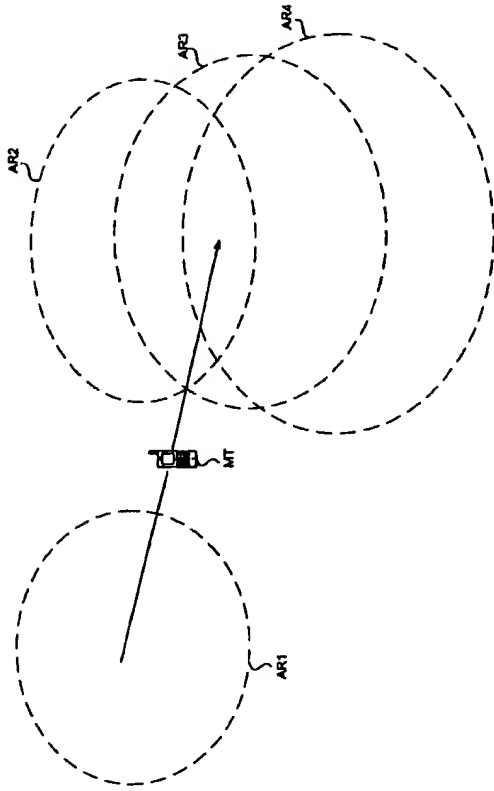


FIG. 6

WO 03/003639

PCT/IB02/02404

77

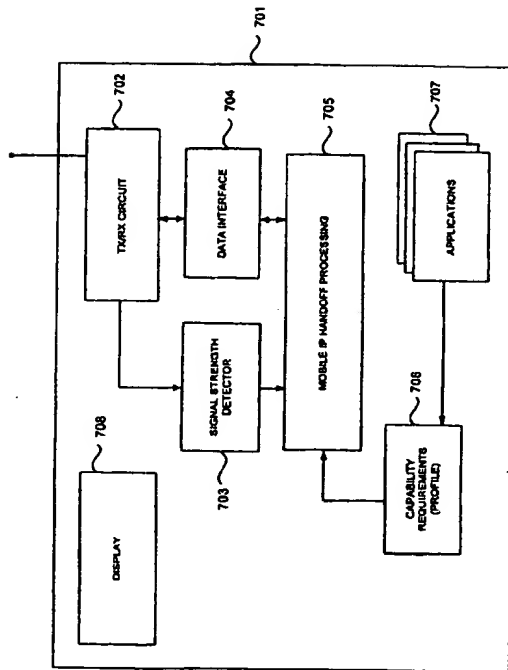


FIG. 7

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

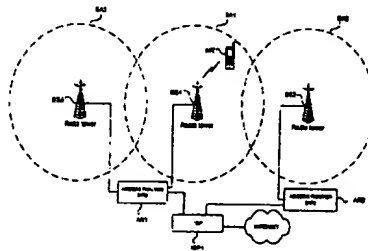
(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
9 January 2003 (09.01.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/003639 A3

- (51) International Patent Classification: H04Q 7/00
- (11) International Application Number: PCT/IB03/02404
- (12) International Filing Date: 25 June 2002 (25.06.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 28 June 2001 (28.06.2001) US 09/892,511
- (71) Applicant: NOKIA, INC. (US/US); 6000 Connection Drive, Irving, TX 75039 (US).
- (72) Inventors: CHASKAR, Manant, M.; 111 Locust Street, Apt. 40-C-1, Woburn, MA 01801 (US); TROSSEN, Dirk; 300 Myrtle Valley Parkway, Arlington, MA 02474 (US); KRISHNAMURTHY, Govind; 276 Massachusetts Avenue, #105, Arlington, MA 02474 (US).
- (73) Inventors: CHASKAR, Manant, M.; 111 Locust Street, Apt. 40-C-1, Woburn, MA 01801 (US); TROSSEN, Dirk; 300 Myrtle Valley Parkway, Arlington, MA 02474 (US); KRISHNAMURTHY, Govind; 276 Massachusetts Avenue, #105, Arlington, MA 02474 (US).
- (74) Agent: WRIGHT, Bradley, c/o Baner & Witcoff, Ltd., 1001 G Street, N.W., Eleventh Floor, Washington, DC: 20001-4597 (US).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GR, HU, IL, IN, JP, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GI, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), European patent (AM, AZ, BY, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TO).
- Published: with international search report
- (88) Date of publication of the international search report: 10 April 2003
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: PROTOCOL TO DETERMINE OPTIMAL TARGET ACCESS ROUTERS FOR SEAMLESS IP-LEVEL HANDOVER



(57) Abstract: An apparatus and method is provided for facilitating the seamless handoff of IP connections between access routers (AR1, AR2) in an IP network. The mobile IP network includes two or more access routers each serving a different geographic service area (SA1, SA2). When a mobile terminal moves from the first service area to the second service area, the mobile terminal transmits to the second access router the IP address of the previous access router. The second access router uses this information to learn capabilities of the first access router (e.g., bandwidth supported, security schemes, and the like) for use in future handoff decisions, and exchanges capability information with the first access router. The assumption is made based on the exchanged information that the access routers are geographically proximate. When another mobile terminal transitions from one service area to another, the system selects an optimal target access router based on the previously learned information, including the inferred geographic proximity between access routers.

WO 03/003639 A3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB02/02404
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : H04Q 7/00 US CL : 370/331, 310; 709/230, 203 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 370/331, 310; 709/230, 203 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) STN AND EAST		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,822,513 A (MALEK et al.) 13 October 1998, abstract, column 1, lines 57-63, col 2, lines 6-12 and 43-53, column 4, lines 43-46, column 6, lines 28-31, column 7, lines 6-22, column 8, lines 42-44.	1-51
Y	US 5,160,804 A (AHMED et al.) 12 December 2000, abstract, column 2, lines 73-85, col 3, lines 9-20, column 4, line 62-column 5, line 22, column 8, lines 26-44, column 14, lines 6-56, column 15, lines 1-5, column 15, line 65-column 16, line 18, column 19, line 48-column 20, line 4	1-51
Y	US 6,088,587 A (ABRADESSA) 11 June 2000, column 1, lines 5-8, column 2, lines 7-25, column 3, lines 1-12, and 25-31, and 50-52, and column 4, lines 4-6, column 5, lines 7-1" and 25-27, column 6, lines 20-22, 39-44.	1-51
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family entries.		
* Special categories of cited documents: "A" documents defining the general state of the art which is not contained in the particular references "B" earlier applications or patents published on or after the international filing date "L" documents which may have priority claims or which is cited to establish the publication date of another document or other special reasons (as specified) "O" documents referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, each contribution being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 02 October 2003 (02.10.2003)		Date of mailing of the international search report 03 JAN 2003
Name and mailing address of the ISA/US Comptroller of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703)305-3230		Authorized officer ROBERT HARRELL Telephone No. (703) 305-9605

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 チャスカ, ヘマント エム.

アメリカ合衆国, マサチューセッツ 01801, ウォバーン, ローカスト ストリート 111
アパートメント 40-シー-1

(72)発明者 トロッセン, ダーク

アメリカ合衆国, マサチューセッツ 02474, アーリントン, ミスティック バレー パーク
ウェイ 300

(72)発明者 クリシュナムールチ, ゴビンド

アメリカ合衆国, マサチューセッツ 02474, アーリントン, マサチューセッツ アベニュー
276, #105

ドターム(参考) 5K030 HA08 HC09 HD03 JL01 JT09 KA05 LB09

5K067 AA33 BB21 DD17 GG01 GG11 HH22 HH23 JJ35 JJ39

【要約の続き】

一タを選択する。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.